

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет  
Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»  
УДК 621.182

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис) Г.Б.Варламов  
(ініціали, прізвище)  
“    ” \_\_\_\_\_ 2019 р

**Магістерська дисертація  
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому,  
м.Київ»

Виконав: студент II курсу, групи ТП-381мп  
Рудика Олександр Анатолійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Науковий керівник ст. викладач Шовкалюк Ю. В.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Консультант з охорони праці к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.

(назва розділу)

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика».

ОПП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Г.Б.Варламов  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**  
Рудиці Олександрю Анатолійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому, м.Київ»

науковий керівник дисертації Шовкалюк Юрій Васильович, ст, викладач,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2019 р.

3. Об'єкт дослідження Автономна дахова котельня для забезпечення теплопостачанням споживачів житлово-офісного комплексу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.

4. Вихідні дані 1) Кількість житлових будинків – 1.

2) Для будинку: кількість секцій – 2; кількість поверхів – 31; кількість житлових поверхів – 26; площа зовнішніх стін – 12229,26 м<sup>2</sup>; площа вікон – 309,74 м<sup>2</sup>.

3) Загальна кількість квартир – 405.

4) Загальна кількість споживачів гарячої води – 1445.

5) Температурний графік теплової мережі – (80/60) °С.

6) Типи котлів: Buderus;

7) Тип палива – природний газ

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

1) Розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання (максимальні, середні, річні).

2) Теплова схема котельні: опис роботи, розрахунки для трьох режимів.

3) Вибір основного та допоміжного обладнання: котли, насоси, трубопроводи, установка ХВП

4) Водопідготовка: опис роботи, розрахунки та вибір обладнання.

5) Опалення та вентиляція котельні: опис роботи, розрахунки та вибір обладнання.

6) Газопостачання котельні – опис схеми, розрахунки трубопроводів, вибір обладнання.

7) Автоматизація тепломеханічних рішень котельні – опис схеми, розрахунки, вибір обладнання.

8) Димової труби котельні.

9) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

10) Стартап-проект.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

1) Теплова схема котельні –1 арк.

2) Компоновка обладнання (плани, розрізи, розміщення обладнання та трубопроводів) 4 арк.

3) Газопостачання – аксонометрична схема, розміщення обладнання, розрізи – 2 арк.

4) Схема автоматизації котельні –1 арк.

5) Опалення та вентиляція котельні (план, розрізи, розміщення обладнання) - 1 арк.

6) Вода та каналізація котельні (план, розрізи, розміщення обладнання) - 1 арк.

7. Орієнтовний перелік публікацій – тези доповіді.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каштанов С.Ф, доцент		

9. Дата видачі завдання: 30.10.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Теплові навантаження	09.11.2019 р.	
2	Теплова схема	15.11.2019 р.	
3	Вибір обладнання	19.11.2019 р.	
4	Водопідготовка, опалення та вентиляція	25.11.2019 р.	
5	Газопостачання	28.11.2019 р.	
6	Розрахунки висоти димової труби	30.11.2019 р.	
7	Розробка стартап-проекту	02.12.2019 р.	
8	Охорона праці	03.12.2019 р.	
9	Креслення		
9.1	Теплова схема	20.11.2019 р.	
9.2	Розміщення обладнання та трубопроводів	23.11.2019 р.	
9.5	Газопостачання	26.11.2019 р.	
9.3	Опалення та вентиляція котельні	30.11.2019 р.	
9.6	Автоматизація тепломеханічних рішень	02.12.2019 р.	
9.4	Водопідготовка та каналізація	04.12.2019 р.	
10	Оформлення пояснювальної записки	05.12.2019 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

О. А. Рудика

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

Ю. В. Шовкалюк

(ініціали, прізвище)

**Пояснювальна записка  
до магістерської дисертації  
за освітньо-професійною програмою**

на тему: Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку  
Кленовому, м.Київ.

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки на тему: «Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому, м.Київ»: 97 с., 10 рис., 20 табл., 4 дод., 12 джерел, 9 креслеників формату А1.

Об'єктом розробки є дахова водогрійна котельня для забезпечення теплопостачанням ЖК PANORAMA від «BUD DEVELOPMENT».

Мета роботи – розробка дахової водогрійної котельні для теплопостачання споживачів на опалення та гаряче водопостачання житлово-офісного комплексу у м. Києві.

Виконані розрахунки витрат теплоти на опалення (максимальні, середні, річні). При цьому максимальна витрата теплоти на опалення визначена за втратами теплоти у навколишнє середовище. Вона використана для визначення теплопродуктивності котельні, а річна витрата теплоти – для визначення річної витрати палива на котельню.

Виконані розрахунки витрати теплоти на гаряче водопостачання споживачів (середня за опалювальний період, середня за літній період, річна).

Складена теплова схема водогрійної котельні, сформовані вихідні дані і виконані розрахунки. В результаті розрахунку теплової схеми котельні було визначено теплове навантаження на котельню, був здійснений вибір основного та допоміжного обладнання котельної (котли, насоси, регулююча арматура).

Виконані розрахунки річної витрати природного газу на котельню.

Розроблений старап-проект, де встановлено, що найбільшу енергетичну та економічну ефективність забезпечить будівництво газової водогрійної котельні встановленою потужністю 2,7 МВт для теплопостачання житлово-офісного центру за адресою провулок Кленовий, у Печерського р-н м.Київ. Дана технологія є інноваційною для нашої країни, і її впровадження дозволить покращити екологічну ситуацію, що пов'язана із зменшенням викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Розвиток даного проекту дозволить в подальшому знизити витрати палива для потреб теплопостачання.

Передбачені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** котельня, нагрівачі, опалення, теплові втрати, теплопостачання, гаряче водопостачання, паливо, насос, димова труба.

					ТП 381мп 14 002 ПЗ	Арк.
						5
Зм..	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация на соискание степени магистра по образовательно-профессиональной программе подготовки на тему: «Автономная котельная жилищно-офисного комплекса по переулку Кленовом, г.Киев»: 97 с., 10 рис., 20 табл., 4 доп., 12 источников, 9 чертежей формата А1.

Объектом разработки является крышная водогрейная котельная для обеспечения теплоснабжением ЖК PANORAMA от «BUD DEVELOPMENT».

Цель работы - разработка крышной водогрейной котельной для теплоснабжения потребителей на отопление и горячее водоснабжение жилого-офисного комплекса в г. Киев.

Выполнены расчеты расхода теплоты на отопление (максимальные, средние, годовые). При этом максимальный расход теплоты на отопление определена по потерям теплоты в окружающую среду. Она использована для определения тепловой мощности котельной, а годовой расход теплоты - для определения годового расхода топлива на котельную.

Выполнены расчеты расхода теплоты на горячее водоснабжение потребителей (средняя за отопительный период, средняя за летний период, годовая).

Составлена тепловая схема водогрейной котельной, сформированы исходные данные и выполнены расчеты. В результате расчета тепловой схемы котельной были определены тепловая нагрузка на котельную, был осуществлен выбор основного и вспомогательного оборудования котельной (котлы, насосы, регулируемая арматура).

Выполнены расчеты годовой расход природного газа на котельную.

Разработанный старап-проект где установлено, что наибольшую энергетическую и экономическую эффективность обеспечит строительство газовой водогрейной котельной установленной мощностью 2,7 МВт для теплоснабжения жилищно-офисного центра по адресу переулок Кленовый, у Печерского р-н Киев. Данная технология является инновационной для нашей страны, и ее внедрение позволит улучшить экологическую ситуацию, связанную с уменьшением выбросов вредных веществ в окружающую среду. Развитие данного проекта позволит в дальнейшем снизить расход топлива для нужд теплоснабжения.

Предусмотрены мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** котельная, нагреватели, отопление, тепловые потери, теплоснабжения, горячее водоснабжение, топливо, насос, дымовая труба.

					ТП 381мп 14 002 ПЗ	Арк.
						6
Зм..	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

Master's thesis for obtaining a master's degree in an educational and professional training program on the topic: " Autonomous boiler house of residential and office complex on Klenov Lane, Kiev": 97 p., 10 figures, 20 tables, 4 pcs., 12 sources, 9 shades of A1 format.

The object of development is a rooftop boiler to provide heat to LCD PANORAMA from BUD DEVELOPMENT.

The purpose of the work is the development of a modular water-heating boiler for heat supply of consumers for heating and hot water supply of the residential complex in Kyiv.

Calculation of heat consumption for heating (maximal, average, annual) is executed. At the same time, the maximum heat consumption for heating is determined by the loss of heat in the environment. It is used to determine the heat output of the boiler house, and the annual consumption of heat - to determine the annual fuel consumption of the boiler-house.

Calculation of heat consumption for hot water supply of consumers (average for the heating period, average for the summer period, annual).

The thermal circuit of a water heating boiler is formed, the initial data and calculations are made. As a result of calculation of the thermal scheme of the boiler house, the heat load on the boiler plant, a choice of the main and auxiliary equipment of the boiler house (boilers, pumps, control valves) was made.

Calculation of annual consumption of natural gas to the boiler house has been performed.

A pilot project has been developed, where it is established that the construction of a gas water boiler with an installed capacity of 2.7 MW for heat supply of the residential and office center at Klenovy lane, in Pechersky district, Kyiv, will provide the greatest energy and economic efficiency. This technology is innovative for our country, and its implementation will improve the environmental situation associated with the reduction of emissions of harmful substances into the environment. The development of this project will further reduce the cost of fuel for the needs of heat supply.

Occupational safety and emergency measures are foreseen.

**KEYWORDS:** boiler room, heaters, heating, heat loss, heat supply, hot water supply, fuel, pump, chimney pipe.

					ТП 381МП 14 002 ПЗ	Арк.
						7
Зм..	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

## Зміст

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів .....	11
Вступ.....	13
1 Розрахунки теплових навантажень споживачів .....	14
1.1 Витрати теплоти на опалення та вентиляцію будинку .....	14
1.2 Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання .....	19
1.3 Висновки з розділу 1 .....	22
2 Теплова схема котельні.....	23
2.1 Опис теплової схеми водогрійної котельні .....	23
2.2 Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні потужністю 2,8МВт .....	24
3 Вибір основного та допоміжного обладнання котельні .....	28
3.1 Вибір котлів.....	28
3.2 Підбір насосів в котельні .....	31
3.3 Розрахунок розширювального баку: .....	35
3.4 Монтажні рішення .....	36
3.5 Висновки з розділу 3 .....	37
4 Водопідготовка та каналізація котельні .....	38
4.1 Загальний опис .....	38
4.2 Розрахунок стоків ХВП котельної . Вихідні дані .....	39
4.3 Висновки та рекомендації .....	40
4.4 Хімічна деаерація.....	41
4.5 Висновки з розділу 4 .....	43
5. Опалення та вентиляція котельні.....	44
5.1 Загальний опис та розрахунки.....	44

					ТП 381мп 14 002 ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Рудика				Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому, м.Київ. Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш
Керівник	Шовкалюк						8
Н. контр.	Боженко					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ТЕФ, каф. ТПТ	
П.контр.							
Зав. каф.	Варламов						



5.2 Висновки з розділу 5 .....	45
6 Газопостачання котельні.....	46
6.1 Газопостачання внутрішнє котельні .....	46
6.2 Вузол обліку газу .....	49
6.3 Газорегуляторний пункт шафового типу .....	54
6.4 Річна витрата палива .....	54
6.5 Висновки із розділу 6 .....	55
7 Автоматизація тепломеханічних рішень котельні .....	56
7.1 Автоматизація теплотехнічного обладнання .....	56
7.2 Автоматизація насосних установок. ....	58
7.3 Автоматика безпеки.....	58
7.4 Технічні вказівки з монтажу. ....	59
8 Димові труби котельні .....	60
8.1 Загальний опис.....	60
8.2 Максимальна приземна концентрація шкідливих речовин .....	61
8.3 Визначення мінімальної висоти димової труби .....	62
8.4 Відвід продуктів згоряння.....	63
8.5 Висновки по розділу 8 .....	64
9 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	65
9.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації устаткування котельні.....	65
9.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці і виробничої санітарії.....	67
9.3 Заходи по забезпеченню електробезпеки .....	69
9.4 Мікроклімат та система повітря робочої зони .....	71
10 Розробка стартап проекту .....	77
10.1. Мета проекту .....	77
10.2 Технічне завдання на розробку теплопостачання об'єкту.....	77
10.3 Використання ел. енергії по варіантам .....	79

10.4. Аналіз варіантів теплопостачання об'єкту.....	80
10.5 Порівняння капіталовкладень на будівництво.....	82
10.6 Розрахунок собівартості тепла від газової котельні.....	84
10.7 Техніко-економічне порівняння варіантів теплопостачання об'єкту.....	87
10.8 Екологія та аварійні ситуації. ....	87
10.9 Висновки до розділу 10 .....	89
Список використаної літератури.....	92
Додатки	
Додаток А	
Технічне завдання на проектно-конструкторську розробку.....	93
Додаток Б	
Акт впровадження результатів магістерської дисертації.....	95
Додаток В	
Список наукових праць і творчих досягнень.....	96
Додаток Г	
Перевірка на плагіат.....	97

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

### Умовні позначення

$Q$  – тепловий потік, кількість теплоти;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі;

$F$  – площа поверхні;

$\Delta t$  – температурний перепад;

$t$  – температура;

$L$  – довжина;

$V$  – об'єм;

$G$  – витрата;

$m$  – кратність повітрообміну;

$\rho$  – густина;

$c$  – теплоємність;

$\omega$  – швидкість;

$f$  – площа поперечного перерізу каналу;

$d$  – діаметр трубопроводу.

### Індекси

#### Нижні:

о – опалення;

макс – максимальний;

сер – середній;

вн – внутрішній;

р – розрахункова;

річн – річна;

п – повітря;

гв – гаряча вода;

хв – холодна вода;

зовн – зовнішній;

сист – система;

вит – витікання;

м.п – мережевий підігрівник;

в.к – водогрійний котел;

мн – мережний насос;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тр – трубопроводи.

Верхні:

л – літній період;

тах – максимальний;

гв – гаряча вода;

в – відпуск;

ном – номінальна;

д – дійсна;

м – мережа.

Скорочення

ГВП – гаряче водопостачання;

СО – система опалення;

ДБН – державні будівельні норми;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

ВОГ – вузол обліку газу.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## ВСТУП

Автономні котельні у багатоповерхових будинках є вигідним та економічно обґрунтованим рішенням, яке дозволяє забезпечити не лише незалежну від загальноміської систему подачу тепла, а й суттєво економити. Дахова котельня є новітнім досягненням в галузі енергозабезпечення приміщень та їх обігріву. Найімовірніше, в недалекому майбутньому дахові варіанти витіснять котельні інших видів.

В даній роботі розробляється проект дахової водогрійної котельні для об'єкту «Будівництво житлово-офісного комплексу з центром дозвілля та торгівлі, спортивно-оздоровчими приміщеннями та паркінгом по провулку Кленовому у Печерському районі м. Києва. Проектом передбачено влаштування водогрійної котельні потужністю 2800кВт та всіх внутрішніх інженерних мереж необхідних для її функціонування. Паливом котельні прийнятий природний газ. Резервне паливо не передбачається.

В якості теплогенеруючого обладнання застосовуються 28 проточних водонагрівачів потужністю 99,5 кВт кожен фірми. Сумарно потужність складає  $Q_{вст.}=28 \cdot 99,5=2786$  кВт, що приблизно складає 2,8 МВт. Робота котельні передбачена без постійного обслуговуючого персоналу з виводом узагальненого сигналу несправності в місце перебування чергового персоналу. Межею проектування є будівельні осі котельні.

Згідно проекту, теплова мережа виходить з котельні та підключається в ІТП до систем опалення, вентиляції та ГВП по незалежній схемі з циркуляційними насосами на подаючому трубопроводі. Комплексна система керування кожного з нагрівачів разом зі специфікованим "погодним" контролером забезпечує автоматичне управління теплогенераторами залежно від зовнішньої температури повітря і теплового навантаження споживачів з урахуванням режиму теплоспоживання.

Проектом передбачається знекиснення підживлюючої води, засноване на окисно-відновних процесах з використанням кисню і спеціальних відновників для зниження корозії в трубах. Розчин хімреагенту готують в баку, захищеному від контакту з атмосферою, і потім за допомогою насоса-дозатора вводять в воду.

Нагрівач представляє собою навісну конструкцію, що дозволяє значно економити площу котельні, а також зменшити трудові затрати при монтажі і технічному обслуговуванні. Можливість незалежної роботи кожного із нагрівачів забезпечує максимальний сезонний коефіцієнт корисної дії, низький викид в атмосферу шкідливих речовин та мінімальний рівень шуму.

З огляду на описані вище проблеми впливає актуальність данної магістерської дисертації. Метою данної роботи є виконання розрахунків.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1 РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

Дахова котельня забезпечує гарячу воду на опалення, вентиляцію та ГВП споживачів житлово-офісного комплексу.

Нижче наведені розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на опалення і середніх за опалювальний період, середніх в літній період, річних витрат теплоти на гаряче водопостачання

### 1.1 Витрати теплоти на опалення та вентиляцію будинку

#### 1.1.1 Розрахункові витрати теплоти на опалення

Визначаються за точною методикою – за втратами теплоти зовнішніми огороженнями.

Спочатку для м. Києва за [1] визначаю кліматологічні дані:

а) тривалість опалювального періоду  $n_o=176$  діб.

б) розрахункова температура зовнішнього повітря для опалювання в холодний  $t_{p.o.} = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

в) середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{сep.o.} = -0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

г) середня температура зовнішнього повітря найбільш холодного місяця становить  $t_{сp.x.m.} = -4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 1.1.2 Вихідні дані до розрахунку:

Проектований житловий будинок складається з двох секцій зі стінами з піноблоку, з 4-5-поверховою громадською частиною. Кількість поверхів – 31. На 1 поверсі – продовольчий та непродовольчий магазини, вхідна зона офісного блоку, вестибюльні зони житлових секцій, техприміщення. Кількість житлових поверхів-26, починаючи з позначки +20.40, 25-26 – дворівневі квартири. Загальною кількістю квартир – 405.

Висота першого поверху від підлоги до підлоги 5,1м. Висота офісних поверхів від підлоги до підлоги -4.5 м. Висота житлових поверхів від підлоги до підлоги -3,0 м. Висота поверхів паркінгу від стелі до підлоги -3.0 м. У першому поверсі запроектовано продовольчий та непродовольчий магазини, вхідні групи житлових будинків та офісної частини. На другому, третьому та четвертому поверхах запроектовано офісні приміщення. Режим роботи - однозмінний. В офісах прийнятий необхідний набір обладнання.

Для забезпечення доступу інвалідів в офісні приміщення, на підходах в офіси, влаштовуються пандуси відповідно нормам для інвалідних калясок. Над вбудованими приміщеннями передбачено влаштування технічного поверху висотою 1.7м (в чистоті). Починаючи з відмітки +20.40 починаються житлові поверхи. Доступ до квартир жителів здійснюється як з вул.Кіквідзе (відм. 0.000), так із платформи над паркінгом (відм.+19.000). Також на цю платформу з провулку Кленового передбачено проїзд машин швидкої

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

допомоги та пожежної техніки. У будівлі передбачені пасажирські ліфти вантажопідйомністю 400 кг, 1000 кг з протипожежними тамбур-шлюзами.

Незадимлювана сходові клітка 1-го типу веде з першого поверху на покрівлю житлового будинку. Віконні блоки - з палітурками з металопластику із заповненням подвійними і потрійними склопакетами. Дверні блоки входів у квартири - протипожежні, протиударні. Балконні двері – металопластик.

Отже:

- кількість житлових будинків – 1;
- кількість секцій житлового будинку – 1;
- кількість поверхів – 31;
- кількість житлових поверхів – 26;
- загальна кількість квартир – 405;
- розміри однієї секції – 43,2х19,495х105,55 м;
- опалюваний об'єм – 84 218,4 м<sup>3</sup>;
- кількість споживачів гарячої води – 1445 людини;

Термічні опори теплопередачі та загальні площі зовнішніх огорожувальних конструкцій наведені у табл.1.1

Таблиця 1.1 – Термічні опори теплопередачі та площі зовнішніх огорожень

Тип огороження	Термічний опір теплопередачі	Площа огорожувальної поверхні
	$R, (m^2 \cdot K)/W$	$F, m^2$
Стіни	4,4	12 229,26
Вікна	0,9	309,74
Підлога	-	842,18
Перекриття	1,8	842,18

Для розрахунку теплових втрат використовую формулу (1.1):

$$Q_{втр} = \sum Q_{обг} + Q_{инф}, \quad (1.1)$$

де  $\sum Q_{обг}$  – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції (зовнішні стіни, вікна, зовнішні двері, перекриття для останнього поверху, підлогу для першого поверху), кВт;

$Q_{инф}$  – витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення через нещільності в огороженнях, а також при провітрюванні приміщень, кВт [2]

### 1.1.3 Розрахунок втрат

Втрати теплоти через окремі огороження визначаються за формулою (1.2):

$$Q_{обг.i} = \frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot \Delta t_i \cdot (1 + \sum \beta_i) \cdot n_i \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

де  $R_i$  – приведений опір теплопередачі  $i$ -го огороження, (м<sup>2</sup>·К)/Вт (див. табл.1.1);

$\Delta t$  – різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям °С;

$n_i$  - поправка на розрахункову різницю температур, що залежить від геометричного положення огороження;

$\beta_i$  - додаткові втрати теплоти в частках до основних.

Оскільки висота приміщень житлових будівель менша за 4 м, то розрахункову різницю температур визначаю за формулою (1.3):

$$\Delta t = t_{вн} - t_{p.o.}, \quad (1.3)$$

$$\Delta t = 20 - (-22) = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Згідно з [2] сьогодні додаткові втрати теплоти в Україні враховуються тільки на швидкість вітру та її повторюваність.

Цей параметр буде врахований при швидкості вітру більше як 4,5 м/с і повторюваності більше як 15%.

Оскільки в м. Києві для всіх напрямків орієнтації приміщень середня швидкість вітру менше за 4,5 м/с, і повторювальність менша за 15% [2], то, відповідно,  $\sum \beta = 0$ .

Визначення теплових втрат через підлогу

Підлога поділяється на 4 зони, ширина кожної з яких 2 м див рис 1.1.

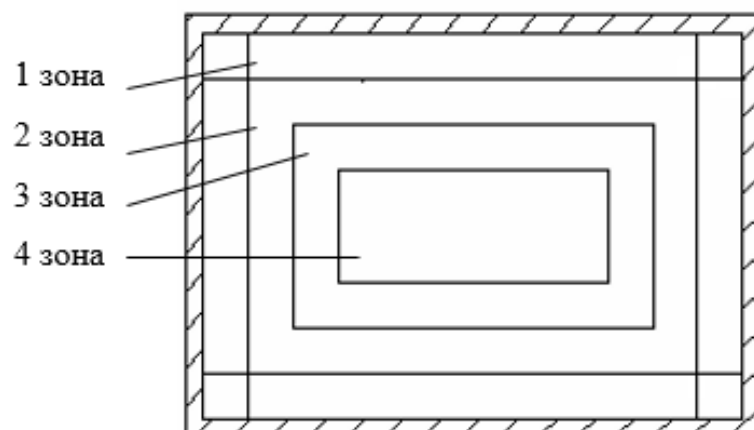


Рисунок 1.1 – Поділ площі підлоги на зони



За умовою розміри підлоги становлять 33х14 м, відповідно площі зон:

- $F_I = 250,78 \text{ м}^2$ ;
- $F_{II} = 219,58 \text{ м}^2$
- $F_{III} = 186,78 \text{ м}^2$ ;
- $F_{IV} = 186,04 \text{ м}^2$ .

Термічні опори теплопередачі окремих зон неутепленої підлоги [2] складають:

- для першої зони -  $r_I = 2,15 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$  ;
- для другої зони -  $r_2 = 4,3 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ ;
- для третьої зони -  $r_3 = 8,6 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ ;
- для четвертої зони -  $r_4 = 14,2 \text{ ( м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$ .

Теплові втрати рахуємо за формулою (1.2):

-для першої зони

$$Q_{nI} = \frac{1}{2,15} \cdot 250,78 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 4,89 \text{ кВт};$$

-для другої зони

$$Q_{nII} = \frac{1}{4,3} \cdot 218,58 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 2,14 \text{ кВт};$$

-для третьої зони

$$Q_{nIII} = \frac{1}{8,6} \cdot 186,78 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 0,92 \text{ кВт};$$

-для четвертої зони

$$Q_{nIV} = \frac{1}{14,2} \cdot 186,04 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 0,55 \text{ кВт}.$$

Сумарні втрати теплоти через підлогу

$$Q_n = Q_{nI} + Q_{nII} + Q_{nIII} + Q_{nIV} \quad (1.4)$$

$$Q_n = 4,89 + 2,14 + 0,92 + 0,55 = 8,5 \text{ кВт}.$$

Втрати теплоти через зовнішні обгородження приміщення визначаємо за формулою (1.2), при цьому коефіцієнт  $n = 1$  для вертикальних зовнішніх стін і  $n = 1$  для перекриття без горищ.

$$Q_{cm} = \frac{1}{4,4} \cdot 12229,26 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 116,73 \text{ кВт}$$

$$Q_{вік} = \frac{1}{0,9} \cdot 309,74 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 14,45 \text{ кВт}$$

$$Q_{пер} = \frac{1}{1,8} \cdot 842,18 \cdot (20 - (-22)) \cdot 10^{-3} = 19,65 \text{ кВт}$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції:

$$\sum Q_{обг} = Q_{ст} + Q_{вік} + Q_{пер} + Q_n \quad (1.5)$$

$$\sum Q_{обг} = 116,73 + 14,45 + 19,65 + 8,5 = 159,33 \text{ кВт}$$

Витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, для будинку,  $Q_{інф}$ , кВт

$$Q_{інф} = (m_o/3600) c_n \rho_n F_n h (t_{вн} - t_{р.о}), \quad (1.6)$$

де  $c_n$  – питома масова теплоємність повітря, кДж/(кг·К), беремо 1,005 кДж/(кг·К) [1];

$m_{об}$  – кратність повітрообміну, 1/год,  $m_{об}=0,3$  1/год;

$\rho_n$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>, яку наближено беру 1,2 кг/м<sup>3</sup> [1];

$F_n$  – площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup> (див. табл.1.1);

$h$  – висота приміщення від підлоги до стелі, м. Згідно проектом будівлі 3м.

$$Q_{інф} = (0,5/3600) \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 842,18 \cdot 93 \cdot (20 - (-22)) = 765,67 \text{ кВт}$$

Загальні втрати теплоти для 2-х секцій будівлі:

$$\sum Q_{заг} = (\sum Q_{обг} + Q_{інф}) \cdot 2; \quad (1.7)$$

$$\sum Q_{заг} = (159,33 + 765,67) \cdot 2 = 1850 \text{ кВт}$$

Загальні втрати теплоти для на вентиляцію будівлі

В будинку також присутні офісні приміщення та підземний паркінг. Розрахуємо втрати теплоти на вентиляцію, для цього, користуємось формулою 1.4 (висота нежитлових приміщень 5м):

$$Q_{вен.} = (0,5/3600) 1,05 \cdot 1,2 \cdot 842,18 \cdot 62,75 \cdot (20 - (-22)) = 592 \text{ кВт}$$

Середня витрата теплоти на опалення та вентиляцію

Для будівлі будь-якого призначення середня витрата теплоти на опалення, кВт, визначається за формулою (1.8):

$$Q_{ср.о} = Q_{втр} \frac{t_{вн} - t_{ср.о}}{t_{вн} - t_{р.о}} \quad (1.8)$$

$$Q_{ср.о} = 1,85 \cdot \frac{20 - (-0,1)}{20 - (-22)} = 1,85 \cdot 0,478 = 0,885 \text{ МВт.}$$

Річна витрата теплоти на опалення, МДж/рік, визначається за формулою (1.9):

$$Q_{річ.о} = Q_{ср.о} \cdot n_o \cdot 24 \cdot 3600 \quad (1.9)$$

$$Q_{річ.о} = 0,885 \cdot 24 \cdot 176 = 3739 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 3216 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 13443 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}.$$

Річна витрата теплоти на вентиляцію, МДж/рік:

$$Q_{річ.в} = 0,283 \cdot 24 \cdot 176 = 1197 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 1029 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 4302 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}.$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання

1.2.1. Витрати холодної та гарячої води. (Розрахунок проведено згідно ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» п.5. [3])

а) Середні добові витрати води на 1-го мешканця [3]:

Загальна витрата  $Q_T^{tot} = 250$  л/добу на 1 людину. З них:

– гарячої:  $Q_T^h = 100$  л/добу на 1 людину;

– холодної:  $Q_T^c = 150$  л/добу на 1 людину. Час споживання води  $T=24$  год/добу.

б) Максимальні добові витрати води (м<sup>3</sup>/добу)

загальна витрата води однією людиною:

$$Q_{max}^{tot} = Q_T^{tot} \cdot K_d, \quad (1.10)$$

де  $K_d=1,1$  – для числа споживачів, в нашому випадку 1445 людей.

$$Q_{max}^{tot} = 250 \cdot 1,1 = 275 \text{ л/добу}$$

Гарячої води:  $Q_{max}^h = 100 \cdot 1,1 = 110$  літрів/добу 1 люд.

Холодної води:  $Q_{max}^c = Q_T^c \cdot K_d = 150 \cdot 1,1 = 165$  літрів/добу 1 люд.

в) Максимальні годинні витрати (таблиця А3 для 1445 людей) [3]

Загальна витрата води:  $g_{hr}^{tot} = 27,5$  м<sup>3</sup>/год;

витрата гарячої води:  $g_{hr}^h = 18,4$  м<sup>3</sup>/год;

витрата холодної води:  $g_{hr}^c = 18,2$  м<sup>3</sup>/год;

г) Мінімальні годинні витрати на одну людину [3]

Загальна витрата води:

$$g_{hr \min}^{tot} = g_T^{tot} \cdot K_{min} = 10,4 \cdot 0,09 = 0,94 \frac{\text{л}}{\text{год 1 люд.}} = 0,00094 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1 люд.}}$$

де  $g_T^{tot} = \frac{Q^{tot}}{T} = \frac{250}{24} = 10,4 \frac{\text{л}}{\text{год 1 люд.}}$  – середнє за годину;

$K_{min}=0,09$  (згідно табл.1) [5], при значенні  $K_{max} = \frac{g_{hr}^{tot}}{g_T^{tot}} = \frac{27,5}{10,4} = 2,64$

гаряча вода:  $g_{hr \min}^h = g_T^h \cdot K_{min} = 4,2 \cdot 0,02 = 0,084 \frac{\text{літра}}{\text{год 1 люд.}} = 0,00084 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1 люд.}}$

де  $g_T^h = \frac{Q_T^h}{T} = \frac{100}{24} = 4,2 \frac{\text{л}}{\text{год 1 люд.}}$  – середнє за годину 1 людини =  $0,0042 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1 люд.}}$ ;

$K_{min}=0,02$  (згідно табл.1) [3], при значенні  $K_{max} = \frac{g_{hr}^h}{g_T^h} = \frac{18,4}{4,2} = 4,4$

холодна вода:  $g_{hr \min}^c = g_T^c \cdot K_{min} = 6,25 \cdot 0,05 = 0,031 \frac{\text{літра}}{\text{год 1 люд.}} = 0,00031 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1 люд.}}$

де  $g_T^c = \frac{Q_T^c}{T} = \frac{150}{24} = 6,25 \frac{\text{л}}{\text{год 1 люд.}}$  – середнє за годину 1 людини =  $0,00625 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1 люд.}}$ ;

$K_{min}=0,05$  (згідно табл.1) [5], при значенні  $K_{max} = \frac{g_{hr}^c}{g_T^c} = \frac{18,2}{6,25} = 2,9$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

д) Максимальні секундні витрати літр/сек. 1люд (таблиця А8 для 1445 людей) [5]

Вода загальна:  $g^{tot} = 9,47$  л/с;

гаряча вода:  $g^h = 6,56$  л/с;

холодна вода:  $g^c = 6,35$  л/с.

1.2.2. Теплові потоки на потреби гарячого водопостачання (розрахунок проведено згідно ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація п.5.3»)

а) Середній тепловий потік на ГВП разом з тепловими втратами визначається за формулою (1.11):

$$Q_T^h = 1,16 \cdot g_T^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht}, \text{ кВт} \quad (1.11)$$

де  $g_T^h = 4,2$  л/год 1люд.  $= 0,0042 \frac{\text{м}^3}{\text{год 1люд}}$ ;

$t^c = +5^\circ\text{C}$  – температура холодної води мережі вхідного водопроводу;

$Q^{ht}$  - теплові втрати на розрахунковій ділянці, кВт, які визначаються за формулою (1.12)

$$Q^{ht} = g_{wk} \cdot l_{wk} + g_{ws} \cdot l_{ws}, \quad (1.12)$$

де  $g_{wk} \leq 11$  Вт/м- питомі теплові витрати мереж ГВП в підвалах, підпіллях та горищах;

$g_{ws} \leq 7$  Вт/м- питомі теплові витрати мереж ГВП в шахтах, каналах, штрабах;

$l_{wk} \approx 80$  п.м. – довжина мереж ГВП в підвалах та підпіллях;

$l_{ws} \approx 360$  п.м. – довжина мереж ГВП в шахтах, каналах, штрабах.

$$Q^{ht} = 11 \cdot 80 + 7 \cdot 360 = 880 + 2520 = 3,4 \text{ кВт}$$

Тоді середній тепловий потік ГВП для однієї людини:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,0042 \cdot (55 - 5) = 0,2436 \text{ кВт}$$

Для всього житлово-офісного комплексу:

$$\Sigma Q_T^h = Q_T^h \cdot 1445 + Q^{ht} \quad (1.13)$$

$$\Sigma Q_T^h = 0,2436 \cdot 1445 + 3,4 = 335,4 \text{ кВт}$$

б) Упродовж години максимального споживання ГВП тепловий потік буде:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot g_{hr}^h \cdot (55 - t^c) + Q^{ht}, \quad (1.14)$$

де  $g_{hr}^h = 18,4$  м<sup>3</sup>/год – максимальна годинна потреба ГВП для об'єкту для 1445 споживачів.

Примітка: Згідно пункту 4.18 ДБН В.2.5-77 «Котельні» максимальне навантаження ГВП є короточасним на «години пік» і буде забезпечуватись (в разі необхідності) за рахунок теплоносія на опалення та вентиляцію.

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 18,4 \cdot (55 - 5) + 3,4 = 1070 \text{ кВт}$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.3 Річна витрата на систему гарячого водопостачання, МВт, визначається за формулою (1.15):

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річне}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}}, \quad (1.15)$$

де  $Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}}$  – потреба тепла взимку;

$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літне}}$  – потреба тепла влітку.

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{зим}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{сер}} \cdot 24 \cdot 176 \quad (1.16)$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{зим}} = 0,335 \cdot 24 \cdot 176 = 1501,2 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 1291 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 5406 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{сер}} \cdot \frac{55-t_{\text{х.л.}}}{55-t_{\text{х.з.}}} \cdot \beta \quad (1.17)$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = 335 \cdot \frac{55-15}{55-5} \cdot 0,88 = 250 \text{ кВт}$$

Потреба тепла в літній період:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} \cdot 24 \cdot (365 - 176) = 250 \cdot 24 \cdot 189 = 1031,74 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 887,3 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}} = 1501,2 + 887,3 = 2388,5 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 2178,3 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 9121 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

1.2.4 Загальне максимальне сумарне навантаження житлово-офісного комплексу на опалення, вентиляцію та ГВП, кВт

$$\sum Q_{\text{спож}} = Q_{\text{О}} + Q_{\text{В}} + Q_{\text{ГВП}} \quad (1.18)$$

$$\sum Q_{\text{спож}} = 1850 + 592 + 335 = 2777 \text{ кВт}$$

Результати розрахунків максимальних навантажень споживачів наведені в табл. 1.2

Таблиця 1.2 – Максимальні витрати теплоти

Найменування	Позначення	Одиниця	Значення величини
Опалення житлово-офісної будівлі	$Q_{\text{О}}$	МВт	1,850
Вентиляція житлово-офісної будівлі	$Q_{\text{В}}$	МВт	0,592
Гаряче водопостачання житлових будівель (середня витрата)	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	0,335
Сумарне навантаження споживачів	$\sum Q_{\text{спож}}$	МВт	2,777

### 1.3 Висновки з розділу 1

1 Виконаний розрахунок теплових навантажень споживачів, що визначаються за точною методикою – за втратами теплоти зовнішніми огороженнями.

2 Проведені розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на опалення та вентиляцію:

- Загальні втрати теплоти для житлово-офісної будівлі  $\Sigma Q_{\text{сум}} = 2,777 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на опалення  $Q_O = 1,850 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на вентиляцію  $Q_B = 1,850 \text{ МВт}$ ;
- Річна витрата теплоти на опалення  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 13443 \text{ ГДж/рік}$ .
- Річна витрата теплоти на вентиляцію  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 4302 \text{ ГДж/рік}$ .

3 Виконаний розрахунок витрати теплоти на гаряче водопостачання згідно Згідно з ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

4 Проведені розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на гаряче водопостачання.

- Загальні втрати теплоти на ГВП  $Q_{\text{г.в.мак}} = 1,070 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на ГВП  $Q_{\text{г.в.сер}} = 0,335 \text{ МВт}$ ;
- Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 9121 \text{ ГДж/рік}$ .

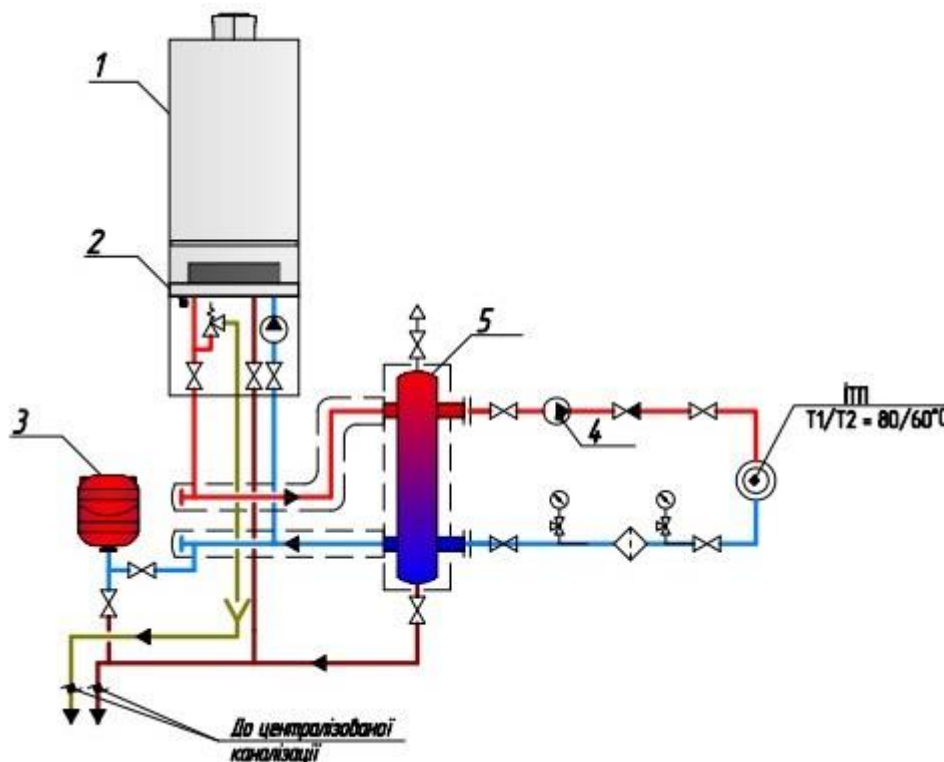
					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## 2 ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ

### 2.1 Опис теплової схеми водоогрійної котельні

Теплова схема котельні наведена на рисунку 2.1, де показано один котельний блок (поз. 1). Таких котельних блоків може бути декілька. Вони працюють в одну теплову мережу T1-T2 від котельні до ІТП.

Котельнею передбачається виробництво мережної води в систему опалення в режимі 80-60 °С.



1 – коденсаційний настінний водоогрійний нагрівач; 2 – група підключення насоса для котла; 3 – розширювальний бак; 4 – насос мережевої води; 5 – гідравлічний розподільник.

Рисунок 2.1 – Принципова тепла схема котельні

Теплова мережа виходить з котельні та підключається в ІТП до систем опалення, вентиляції та ГВП по незалежній схемі з циркуляційними насосами на подаючому трубопроводі. Комплектна система керування кожного з нагрівачів разом зі специфікованим "погодним" контролером забезпечує автоматичне управління теплогенераторами залежно від зовнішньої температури повітря і теплового навантаження споживачів з урахуванням режиму теплоспоживання.

Згідно паспортних даних, нагрівачі розраховані на максимальний тиск води в системі не вище 0,4 МПа.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Підживлення тепломереж здійснюється від установки хімоводопідготовки з баком запасу пом'якшеної води ємністю 0,3 м<sup>3</sup> (див. окрему теплову схему). З бака запасу хімоочищена вода підживлюючим насосом, подається в зворотню магістраль тепломережі котельні. Режим роботи підживлюючої установки - автоматичний у положенні готовності з включенням у разі зниження тиску у зворотньому трубопроводі мережної води. Дане обладнання використовується також і при заповненні системи теплопостачання перед пуском.

Передбачене аварійне підживлення сирого водою водопроводом Ду20, яке в нормальних умовах відключене та опломбоване.

Для компенсації теплових розширень води в тепломережах передбачено встановлення мембраного розширювального бака.

Проектом передбачається знекиснення підживлюючої води К9, засноване на окисно-відновних процесах з використанням на основі сірчисто-кислого натрію Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> спеціальних відновників для зниження корозії в трубах. Розчин хімреагенту готують в баку, захищеному від контакту з атмосферою, і потім за допомогою насоса-дозатора ЕМЕС FASO 10 0.6 вводять в воду.

Категорія трубопроводів води не встановлюється, оскільки температура мережної води t=80°C. Розрахунковий строк служби для трубопроводів відповідає терміну експлуатації нагрівачів і становить 20 років.

Тепловою схемою передбачається облік витрати вхідної води з питного водопроводу та води на підживлення.

Теплова схема котельні оснащена необхідними контрольно-вимірювальними приладами, засобами автоматизації та регулювання (детально описані в марці "АТМК").

Для визначення складу димових газів на газоходах після нагрівачів передбачається закладна деталь для підключення переносного газоаналізатора (передбачений в марці "АТМК").

## 2.2 Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні потужністю 2,8МВт

Складемо розрахунок для 5-х характерних режимів [4]:

- I режим – розрахункова температура опалювального періоду  $t_{p.o} = - 22^{\circ}\text{C}$ ;
- II режим – середня температура найбільш холодного місяця  $t_{cp.x.m} = - 4,7^{\circ}\text{C}$ ;
- III режим – літній.

Температура повітря всередині опалювальних будівель (режими I– III)  $t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$ .

2.2.1 Вироблення тепла котельнею (розрахунок проведено згідно вимог ДБН В.2.5-39 «Теплові мережі» додаток «К»)

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



2.2.1.1 Середнє навантаження за опалювальний період ( $t_{\text{ср.х.м}} = -4,7^{\circ}\text{C}$ , II режим)

$$Q_o^{\text{ср}} = Q_o^{\text{max}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} \quad (2.1)$$

$$Q_o^{\text{ср}} = 1,85 \cdot \frac{20 - (-4,7)}{20 - (-22)} = 1,85 \cdot 0,588 = 1,088 \text{ МВт.}$$

2.2.1.2 Річне навантаження на опалення

$$Q_o^{\text{річ}} = Q_o^{\text{ср}} \cdot n \cdot 176 \quad (2.2)$$

$$Q_o^{\text{річ}} = 1,088 \cdot 24 \cdot 176 = 4595,7 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 3952,31 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 16520 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}.$$

2.2.1.3 Середнє навантаження на вентиляцію за рік

$$Q_v^{\text{ср}} = Q_v^{\text{max}} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.в}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.в}}} \quad (2.3)$$

$$Q_v^{\text{ср}} = 0,592 \cdot \frac{20 - (-4,7)}{20 - (-22)} = 0,592 \cdot 0,588 = 0,348 \text{ МВт.}$$

2.2.1.4 Річне навантаження на вентиляцію

$$Q_v^{\text{річ}} = Q_v^{\text{ср}} \cdot n \cdot 176 \quad (2.4)$$

$$Q_v^{\text{річ}} = 0,348 \cdot 24 \cdot 176 = 1470 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 1264,7 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 5286,49 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}.$$

2.2.1.5 Середнє навантаження на систему гарячого водопостачання за рік  $Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}}$ , МВт:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}}, \quad (2.5)$$

де  $Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}}$  – потреба тепла взимку;

$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}}$  – потреба тепла влітку.

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{ср}} \cdot 24 \cdot 176 \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}} = 0,355 \cdot 24 \cdot 176 = 1501,2 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 1291 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 5406 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{ср}} \cdot \frac{55 - t_{\text{х.л.}}}{55 - t_{\text{х.з.}}} \cdot \beta, \quad (2.7)$$

де  $Q_{\text{ГВП}}^{\text{ср}}$  – середнє навантаження на ГВП;

$\beta=0,88$  – літній коефіцієнт.

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = 355 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,88 = 250 \text{ кВт}$$

Витрати теплоти на літнє ГВП:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} \cdot 24 \cdot (365 - 176) \quad (2.8)$$

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} = 250 \cdot 24 \cdot 189 = 1031,74 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 887,3 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

Річна потреба ГВП:

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}} = Q_{\text{ГВП}}^{\text{зим}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{літ}} \quad (2.9)$$

					ТП 381мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}} = 1501,2 + 887,3 = 2388,5 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 2178,3 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 9121 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

#### 2.2.1.6 Річне навантаження на котельню

$$Q_{\text{кот}}^{\text{річ}} = Q_{\text{о}}^{\text{річ}} + Q_{\text{ГВП}}^{\text{річ}} + Q_{\text{в}}^{\text{річ}} \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{кот}}^{\text{річ}} = 3739 + 2388,5 + 1197 = 7324,5 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} = 6299 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 26330 \frac{\text{ГДж}}{\text{рік}}$$

#### 2.2.1.7 Кількість годин використання встановленої потужності на рік:

$$N = \frac{Q_{\text{кот}}^{\text{річн.}}}{Q_{\text{кот}}^{\text{макс}}} \quad (2.11)$$

$$N = \frac{7324,5}{2,8} = 2615 \frac{\text{год}}{\text{рік}}$$

Результати розрахунку теплової схеми представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку теплової схеми

При  $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ .

Найменування показника	Значення по режимах		
	Розрахунковий	Самого холодного місяця	Літній
Зовнішня температура, °C	-22	-4,7	
Теплове навантаження котельні, кВт:			
Опалення	1850	1088	-
Вентиляція	592	348	-
ГВП	355	355	355
Сумарне навантаження котельні, кВт	2787	1791	355
Витрати мережної води в прямому трубопроводі після нагрівачів, м³/год	115	72	4,13
Кількість працюючих нагрівачів, шт.	27	17	4

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

### 2.3 Висновки з розділу 2

1 Виконано розрахунок теплової схеми котельні. Визначили виробіток тепла котельнею: річне навантаження на котельню, яке складає  $Q_{\text{кот}}^{\text{річ}} = 7324,5 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ , з яких на опалення припадає  $Q_o^{\text{річ}} = 3739 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ , на вентиляцію  $Q_v^{\text{річ}} = 1197 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$  та на гаряче водопостачання  $Q_{\text{гвп}}^{\text{річ}} = 2388,5 \frac{\text{МВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}}$ .

2 Кількість годин використання встановленої потужності котельні на рік становить  $N = 2615$  год/рік.

3 За сумарним тепловим навантаженням водогрійної котельні було обрано для встановлення двадцять вісім настінних конденсаційних водогрійних котла в каскаді, типу Logamax plus GB162-100 потужністю 99,5 кВт кожен виробництва фірми Buderus.

4 Теплова потужність кожного котла складає 99,5 кВт, загальна потужність котельні становить 2786 кВт. Котельня працює за температурним графіком 80/60 (°C). Споживачами тепла є системи опалення, вентиляції та ГВП будівлі.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## 3 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

### 3.1 Вибір котлів

Споживачі тепла по надійності теплопостачання відносяться до II категорії. Даним проектом передбачено встановлення двадцяти восьми настінних конденсаційних водогрійних котлів в каскаді, типу Logamax plus GB162-100 потужністю 99,5 кВт кожен виробництва фірми Buderus. Кожен котел обладнано вбудованим керамічним модульованим газовим пальником з попереднім змішуванням та групою підключення насоса для GB162. У складі: насос UPER 25/80, запобіжний клапан 3 бар, газовий кран Ду25, запірні крани Ду40, зворотний клапан Ду40. [3]

Нагрівач "Logamax plus GB162-100" представляє собою навісну конструкцію, що дозволяє значно економити площу котельні, а також зменшити трудові затрати при монтажі і технічному обслуговуванні. Можливість незалежної роботи кожного із нагрівачів забезпечує максимальний сезонний коефіцієнт корисної дії, низький викид в атмосферу шкідливих речовин та мінімальний рівень шуму.

Комплектна система керування кожного з нагрівачів разом з специфікованим "погодним" контролером забезпечує автоматичне управління теплогенератором залежно від зовнішньої температури повітря і теплового навантаження споживачів з урахуванням режиму теплоспоживання.

Нагрівачі типу "Logamax plus GB162-100" являються високопродуктивними генераторами теплоти для систем теплопостачання об'єктів виробничого і цивільного призначення. Система ETApplus газових конденсаційних котлів Logamax plus GB 162 мінімізує загальні експлуатаційні витрати шляхом оптимального використання енергії.

До системи ETApplus відноситься високоефективний теплообмінник з ребристими трубами, виготовлений за технологією ALUplus. Дуже велика площа теплообмінника забезпечує оптимальну теплопередачу. Така застосована концепція котлів, забезпечує:

- цілорічне використання теплоти конденсації за рахунок сильного охолодження відпрацьованих газів до  $+76^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальний коефіцієнт використання до 110%.

Крім того, газовий конденсаційний котел Logamax plus GB162 оснащений керамічним пальником плоского полум'я з повним попереднім змішуванням, який працює в діапазоні модульованої потужності від 19 до 100%.

Система ETApplus передбачає установку поза котлом модульованого циркуляційного насоса, регульованого по різниці тисків. Це дозволяє реалізовувати просту гідравлічну схему без мінімального об'ємного потоку.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Разом з котлом Logamax plus GB162 застосована для приєднання трубопроводів монтажна група з насосом, регульованим по потужності. (Поряд з цим є можливість підключення звичайного насоса, регульованого по різниці

тисків (насос з регулюванням по  $\Delta p$ ), що встановлюється поза котлом.

Загальний вигляд котла наведений на рисунку 3.1 .

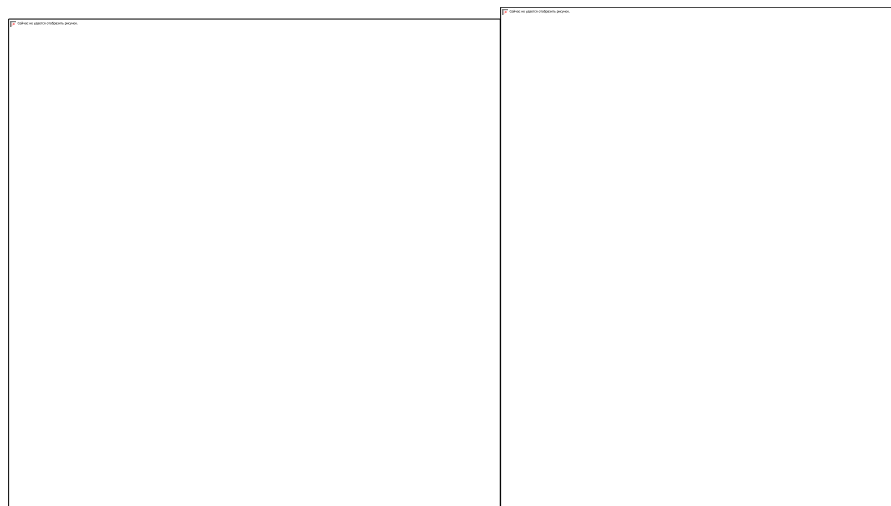


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд котла

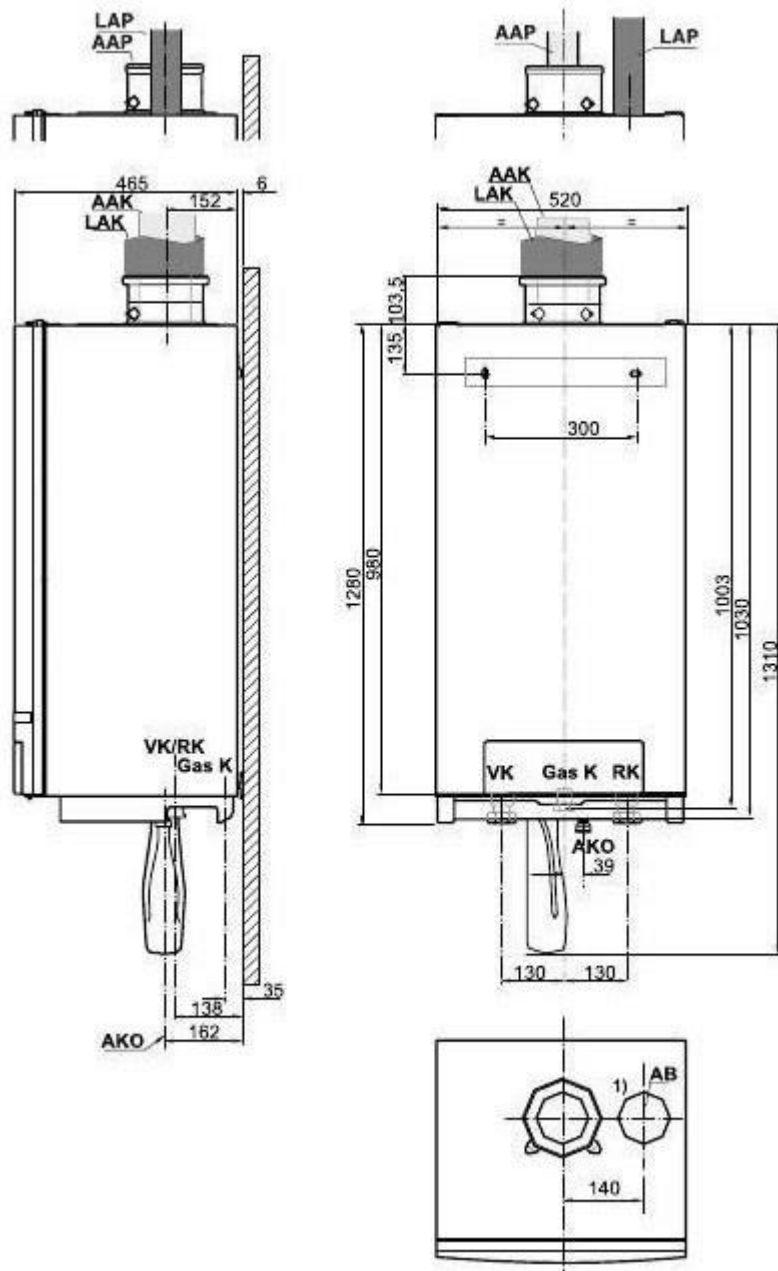
Основні технічні характеристики нагрівачів наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 3.1 – Основні технічні характеристики "Logamax plus GB162-100".

Найменування параметра	Одиниця	Значення	Примітка
Номінальна теплопродуктивність	кВт	99,5	(50/30°C)
Тиск газу, при якому можлива експлуатація теплогенератора	мба	20	200 мм.в.ст.
Вид палива		Природний газ	$Q_p^H = 8120 \frac{\text{ккал}}{\text{нм}^3}$
Максимальна витрата газу	нм <sup>3</sup> /год	10,5	
К.П.Д. (80/60°C)	%	97	
Максимальний тиск теплоносія	МПа	0,4	
Максимальна температура теплоносія	°C	90	
Діапазон регулювання температури теплоносія	°C	30-85	
Діапазон регулювання теплової потужності	кВт	19-94,5	(80/60°C)
Напруга живлення		230 В 50Гц	
Енергоспоживання	Вт	362	147(на котел)
Температура димових газів	°C	76	
Габаритні розміри з групою підключення - висота - ширина - глибина	мм	1300 520 465	
Маса	кг	80	70 (котел)

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Головні конструктивні елементи котла зображені на рисунку 3.2.



AB - заглушка; AAK/LAK – підключення коаксiального пiвiтро-димохода  $\varnothing 110/160$ ; AAP/LAP – пiдключення окремих забiр повiтря та димохiд  $\varnothing 110$ ; AKO – вiдвiд конденсату, завнiшнiй дiаметр  $\varnothing 24$  мм; GAS K – пiдключення газу до котла, внутрiшня рiзьба Rp1”; VK – подавальна лiнiя пiдключення котла, внутрiшня рiзьба Rp1 $\frac{1}{2}$ ”; VK – поворотна лiнiя пiдключення котла, внутрiшня рiзьба Rp1 $\frac{1}{2}$ ”;

Рисунок 3.2 – Конструкція конденсаційного котла

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

### 3.2 Підбір насосів в котельні

#### 3.2.1 Насос системи опалення (мережний)

Дані насоси служать для подачі прямої мережної води до споживача (в нашому випадку до ІТП) і назад до котельні.

##### 3.2.1.1 Визначаємо максимальну витрату мережної води.

Максимальне теплове навантаження складає  $Q = 2682$  кВт.

Тоді

$$G^{max} = \frac{Q}{c_p \cdot (t_1 - t_2)} \cdot \frac{3600}{1000} \quad (3.1)$$

$$G^{max} = \frac{2682}{4,187 \cdot (85 - 65)} \cdot \frac{3600}{1000} = 115,3 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

##### 3.2.1.1 Визначаємо тиск насосів мережної води, МПа [2]

$$H_m = l \cdot \Delta P_{мер} + \Delta P_{в.к} + \Delta P_{тр}, \quad (3.2)$$

де  $\Delta P_m$  – втрати тиску на тепловій мережі, МПа;

$\Delta P_{в.к}$  – втрати тиску на водогрійному котлі, згідно паспорту котла  $\Delta P_{в.к} = 0,0003$  МПа;

$\Delta P_{тр}$  – втрати тиску трубопроводів всередині котельні, МПа.

Втрати тиску мережі, МПа

$$\Delta P_i = R l (1 + \alpha) \cdot 10^{-6}, \quad (3.3)$$

де  $R$  – питомі втрати тиску на тертя, Па/м;

$l$  – довжина теплової мережі у двотрубному виконанні,  $l = 200$  м;

$\alpha$  – коефіцієнт місцевих опорів,  $\alpha = f(d_{cm})$ .

3.2.1.2 Максимальну швидкість води приймаємо  $\omega_6 = 2,0$  м/с та з рівняння суцільності (нерозривності) визначаємо внутрішній діаметр трубопроводу  $d_{вн}$ , м

$$d_{мер} = 1,13 \sqrt{\frac{G_{м.н}}{\rho_6 \cdot \omega_6}}, \quad (3.4)$$

$$d_{мер} = 1,13 \sqrt{\frac{33,4}{1000 \cdot 2,0}} = 0,146 \text{ м.}$$

Внутрішній діаметр трубопроводу  $d_{мер} = 150$  мм і за [3] визначаю коефіцієнт місцевого опору  $\alpha = f(d_{cm}) = 0,3$ .

##### 3.2.1.3 Уточнюю швидкість руху води, м/с

$$\omega_6 = \frac{4 \cdot G_{м.н}}{\rho_6 \cdot \pi \cdot d_{мер}^2}, \quad (3.5)$$

$$\omega_6 = \frac{4 \cdot 33,4}{1000 \cdot 3,14 \cdot 0,150^2} = 1,89 \text{ м/с}$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

#### 3.2.1.4 Питомі втрати тиску на тертя Па/м

$$R = \lambda \cdot \frac{\rho_g \omega_g^2}{2} \cdot \frac{1}{d_{\text{мер}}}, \quad (3.5)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт опору тертя.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k_e}{d'} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (3.6)$$

де  $k_e$  – еквівалентний коефіцієнт абсолютної шорсткості внутрішньої поверхні труби.  
Згідно з Правилами Держтехнагляду усі трубопроводи промислових та опалювальних котелень мають виготовлятися зі зварних сталевих безшовних труб, виконаних із вуглецевої сталі, для яких  $k_e=0,01$  см;

$d'$  - внутрішній діаметр трубопроводу, см;

$Re$  – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{d_{\text{вн}} \cdot \omega_g}{\nu}, \quad (3.7)$$

де  $\nu$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості, м<sup>2</sup>/с.

Коефіцієнт кінематичної в'язкості за середньою температурою теплоносія, яка дорівнює 80°C, тоді  $\nu=f(t=80^\circ\text{C})=0,422 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с [2].

$$Re = \frac{0,150 \cdot 1,89}{0,422 \cdot 10^{-6}} = 622160$$

Коефіцієнт опору тертя  $\lambda$ :

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{1}{150} + \frac{68}{622160} \right)^{0,25} = 0,03.$$

Питомі витрати тиску на тертя, Па/м:

$$R = 0,03 \cdot \frac{1000 \cdot 1,89^2}{2} \cdot \frac{1}{0,150} = 357 \text{ Па/м.}$$

#### 3.2.1.5 Втрати тиску мережі, кПа:

$$\Delta P_{\text{м}} = 357 \cdot 200 \cdot (1+0,3) \cdot 10^{-6} = 93 \text{ кПа.}$$

3.2.1.6 Гідравлічний опір трубопроводів у середині котельні складає 5% від втрат тиску в мережі, тобто

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,05 \cdot \Delta P_{\text{м}} \quad (3.8)$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 0,093 = 4,65 \cdot 10^{-3} \text{ кПа}$$

#### 3.2.1.7 Тиск насосів мережевої води:

$$H_{\text{м}} = 1,1 \cdot \Delta P_{\text{мер}} + \Delta P_{\text{в.к}} + \Delta P_{\text{тр}} \quad (3.9)$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Гідравлічний опір котла Logamax plus GB162-100  $\Delta P_{\text{БК}} = 0,0003$  МПа (згідно паспорту котла) [3]

$$H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 0,093 + 0,0003 + 4,65 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ МПа.}$$

Вибираємо здвоєний насос марки DPL 80/155-7,5/2 фірми "Wilo", Німеччина з тиском 16 м.вод.ст. при витраті 115,3 м³/год, електрична потужність двигуна N=7,5 кВт.

Згідно з ДБН В.2.5-39:2008 та ДБН В.2.5-77:2014 якісно-кількісне регулювання теплоносія для літнього режиму роботи досягається обладнанням приладами частотного регулювання мережних насосів, за допомогою яких забезпечується регулювання перепаду тиску теплоносія незалежно від його витрати (Див. розділ АТМК).

Загальний вигляд насосу мережної води зображений на рисунку 3.6



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд мережевого насосу

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

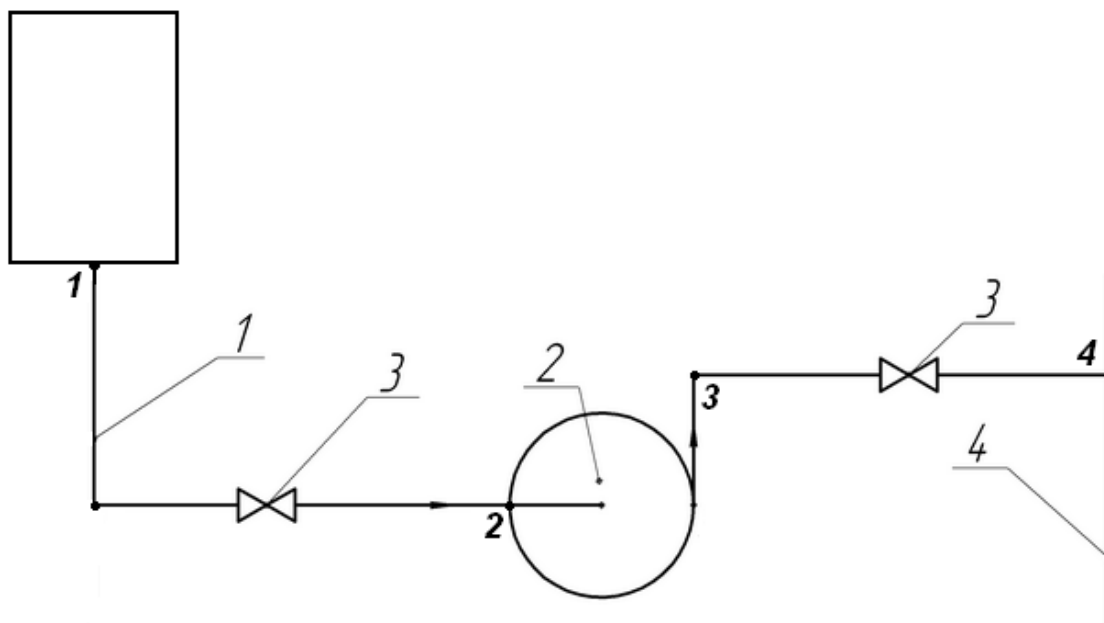
### 3.2.2 Вибір насосів підживлювальної води

Цей насос призначений для подачі води з бака запасу хімічищеної води в тепломережу для компенсації втрат води.

Параметри роботи котельні по тиску теплоносія: на виході з котельні  $T1 = 0,35$  МПа, на вході в котельню  $T2 = 0,23$  МПа. Тиск заповнення  $0,2$  МПа.

Отже, кожен з двох насосів (один резервний), повинен забезпечувати напір більший або рівний  $20$  м.вод.ст. ( $0,2$  МПа).

Принципова схема контуру підживлення води наведена на рис. 3.7



1 – трубопровід підживлювальної води; 2 – підживлюючий насос; 3 – кран;  
4 – зворотній трубопровід T2.

Рисунок 3.7 – Принципова схема підживлення

Вибираємо насос МНІ 203 1~ фірми "Wilo", витратою  $G = 1 \div 2,3$  м<sup>3</sup>/год при напорі  $H = 30 \div 20$  м.вод.ст. ( $0,3 \div 0,2$  МПа), потужність електродвигуна  $N=0,8$  кВт., що цілком достатньо для забезпечення підживлення мережі.

Загальний вигляд насосу підживлення показано на рисунку 3.8

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



Рисунок 3.8 – Загальний вигляд насоса підживлення

### 3.3 Розрахунок розширювального баку:

Розрахуємо загальний об'єм води в системі, л:

$$V_e = \frac{(0,07 \cdot t - 2,5) \cdot (p_s + 1)}{100 \cdot (p_s - p_e)} \cdot V \quad (3.10)$$

де  $t$  - максимальна температура в системі, °C;

$p_s$  – максимальний тиск в системі (тиск запобіжного клапану), бар;

$p_e$  – тиск попереднього зарядження, бар;

$V$  – загальний об'єм води в системі, л.

$$V_e = \frac{(0,07 \cdot 85 - 2,5) \cdot (3 + 1)}{100 \cdot (3 - 2)} \cdot 4100 = 565,8 \text{ л}$$

Розрахунок здійснений за методикою виробника розширювальних баків.

Приймаємо згідно розрахунку два розширювальних баки по 300 л . Elbi ERCE-300л. Даний об'єм розрахований із врахуванням ємності тепломережі до ІТП.

Загальний вигляд розширювального баку зображений на рисунку 3.8

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



Рисунок 3.8 – Загальний вигляд мембранного розширювального баку

### 3.4 Монтажні рішення

Технологічні трубопроводи прийняті з електрозварних прямошовних труб по ГОСТ 10704-91 зі сталі групи В Ст3сп5 по ГОСТ 380-2005. Трубопроводи водопроводу – з водогазопровідних труб по ГОСТ 3262-75\*зі сталі групи В Ст2сп ГОСТ 380-2005.

Трубопроводи кріпити до підлоги і стін хомутами та підвісками до стелі по місцю. Максимальні відстані між ковзкими опорами трубопроводів прийняти з табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Максимальні відстані між ковзкими опорами трубопроводів

Ду трубопроводу, мм	Відстань між опорами, м
25	2
32	2
40	2,5
50	3
65	3,5
80	4
100	5
125	6
150	7

Всі теплопроводи теплоізолюються. Перед проведенням ізоляційних робіт труби очистити від іржі та бруду і покрити олійно-бітумною фарбою БТ-177 в два шари по ґрунту ГФ-021 в один шар.

### 3.5 Висновки з розділу 3

1 Для забезпечення потужності на опалення житлово-офісного комплексу встановлено 28 проточних водонагрівача "Logamaxplus GB162-100" потужністю 99,5 кВт кожен фірми "Buderus".

2 Для забезпечення циркуляції контуру котельня-ІТП слугують насоси для подачі прямої мережної води до споживача (в нашому випадку до ІТП) і назад до котельні, вибрано здвоєний насос марки DPL 80/155-7,5/2 фірми "Wilo", Німеччина з тиском 16 м.вод.ст. при витраті 115,3 м<sup>3</sup>/год, максимальна витрата – 125 м<sup>3</sup>/год, N=7,5 кВт. Насос для підживлення в котельні, буде МНІ 203 1~ також фірми "Wilo".

					ТП 381мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

## 4 ВОДОПІДГОТОВКА ТА КАНАЛІЗАЦІЯ КОТЕЛЬНІ

### 4.1 Загальний опис

В газовій даховій котельні потужністю 2800 кВт на пров. Кленовому, м. Києві, запроектовано системи:

- господарчо-виробничого водопроводу на потреби котельні;
- протипожежний водопровід;
- виробнича каналізація.

Система господарчо-виробничого водопроводу передбачає подачу води на потреби хімводопідготовки та вологого прибирання приміщення котельні.

Протипожежний водопровід забезпечує внутрішнє пожежогасіння котельні від 2-х пожежних кранів діаметром 50 мм і витратою 2,5 л/с.

По системі водоканалізації котельня підключена до загальної системи мереж ВК об'єкту.

Стоки котельні будуть складатися з дренажів котлів та обладнання, аварійних розливів та стоків вологого прибирання.

Для приймання аварійних розливів в приміщенні котельні та відводу стоків в підлозі передбачено улаштування трапів: Ду100 – 3шт.

Максимальна потужність системи опалення та вентиляції складає 2442 кВт, що і визначає об'єм води цієї системи виходячи з нормативу 16,8 м<sup>3</sup> на 1 МВт.

Таким чином об'єм опалюваної системи складе:

$$V_{ОВ} = 2,442 \cdot 16,8 = 41 \text{ м}^3,$$

що складає окремий опалювальний контур після ІТП і окрему ХВП для нього.

Для даного об'єкту визначаємо потребу в воді згідно пункту 6.3.76 «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», а саме: середньорічний витік теплоносія з водяних теплових мереж не повинен перевищувати 0,25% за годину від середньорічного обсягу води в тепловій мережі і приєднаних до неї систем теплоспоживання. Потреба води на підживлення мережі контуру після ІТП складе:

- за годину  $G_{підж} = 41 \cdot 0,0025 = 0,1 \text{ м}^3/\text{год};$
- за добу  $G_{підж} = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ м}^3/\text{добу};$
- за місяць  $G_{підж} = 2,4 \cdot 30 = 72 \text{ м}^3/\text{місяць};$
- за рік  $G_{підж} = 2,4 \cdot 176 = 422 \text{ м}^3/\text{рік}.$

Для котлового контуру при його об'ємі  $V = 4,1 \text{ м}^3$ , потреба на підживлення складе:

- за годину  $G_{підж} = 4,1 \cdot 0,0025 = 0,01 \text{ м}^3/\text{год};$
- за добу  $G_{підж} = 0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ м}^3/\text{добу};$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за місяць  $G_{\text{відж}} = 0,24 \cdot 30 = 7,2 \text{ м}^3/\text{місяць}$ ;
- за рік  $G_{\text{відж}} = 0,24 \cdot 176 = 42,2 \text{ м}^3/\text{рік}$ .

В дійсності потреба води на підживлення тепломережі буде значно менше за рахунок її кваліфікованого обслуговування та відсутності прямого водоразбору мережної води і її витоку з системи. Основна витрата води на ХВП – це первинне заповнювання системи опалення Т1-Т2 після ІТП, що забезпечується окремою ХВП на основі Na-катіонування до залишкової жорсткості 20 мкг/літр даного проекту.

#### 4.2 Розрахунок стоків ХВП котельної

Джерелом водопостачання проектної водогрійної котельної є міський водопровід. Жорсткість сирі води в середньому за рік складає:

$J_0 = 4,2 \text{ моль/м}^3$  або  $J_0 = 4,2 \text{ ммоль/кг} = 4,2 \text{ мг-екв/кг} = 4,2 \text{ г-екв/тонн}$ , або ж в переводі на німецькі градуси  $^{\circ}\text{dH}$  це буде:  $4,20/0,36=11,7^{\circ}\text{dH}$ .

Згідно проектним рішенням розділу ТКМ даного проекту в котельні передбаченно 28 котлів Logamax plus GB162-100 99,5 кВт фірми "Buderus". Зазначені конденсаційні котли мають алюміній-кремнієві теплообмінники, для експлуатації яких виробник вимагає застосування повного обезсолювання води котлового контуру Т1-Т2 Ду150. Об'єм котлового контуру при довжині Т1-Т2 від котельні до ІТП  $\approx 210 \text{ м}$  складе до  $V = 4,1 \text{ м}^3$ .

Установка хімводопідготовки AQA Therm SRC фірми "BWT" має блок-картриджи, заповнені смолою катіонування та смолою аніонування, що разом дають ефект повного обезсолювання підживлюючої води. Особливість цієї установки ХВП в тому, що технологічна вода проходить через блок-картридж, заповнений смолою, при цьому вода обезсолюється до повного використання ресурсу картриджа, після чого блок змінюється на новий або ж робиться заміна робочих смол.

Блок-картридж регенерації не підлягає, тому ніяких стоків чи витрат солі при його експлуатації не буває, що має позитивний ефект в питаннях екології.

Виробник обладнання фірма "BWT" рекомендує вибирати блок картриджи по його необхідному ресурсу, який розраховується на потреби заповнення водою нагрівачів та котлового контуру до теплообмінників контуру ІТП:

Ресурс = (об'єм води в системі ( $\text{м}^3$ )  $\times$  жорсткість ( $^{\circ}\text{dH}$ ))/1,3 =  $4,1 \cdot 11,7/1,3 = 36,9 \text{ л} \approx 37 \text{ л}$ .

Такий об'єм робочої засипки (змішаної смоли) Dowex MB50 (Amberlite MB20) необхідний для підготовки води для заповнення опалювальної системи котлового контуру з водяним об'ємом  $4,1 \text{ м}^3$ .

Для даної котельні вибираємо установку обезсолення AQA Therm SRC 75 фірми "BWT" об'ємом картриджа для заповнення смолою 75 л і ресурсом обробки води  $7,5 \text{ м}^3$  на

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одну засипку. Згідно попередньому розрахунку, таких блок-картриджів треба буде одна штука. Проектом передбачено 1 блок картриджа для подальшої експлуатації для заповнення системи котлового контуру обезсоленою водою. В запасі може бути ще один такий блок.

Зміна засипки в кількості 75 л смоли Dowex MB50 проводиться у випадку, коли ресурс картриджу вичерпався. В комплект ХВП входить лічильник води, який фіксує значення об'єму води, що пройшла через фільтр. Періодично повинні виконуватись аналіз котлової води та робиться відповідні записи в журнал. Інструкція по експлуатації ХВП, журнал з датами заміни картриджу та відповідними показниками лічильників води, повинні знаходитись також в котельні.

#### 4.3 Висновки та рекомендації

Розрахункові показники в даному розділі ВК взяті максимальні. В дійсності навантаження на ХВП і котельню будуть менші за рахунок раціонального використання технологій експлуатації теплових мереж та опалювальної системи.

Реальні навантаження ХВП будуть залежати від об'єму підживлення внутрішньої мережі, підживлення якої можна зменшувати за рахунок профілактичних робіт по зменшенню дренажів її арматури та фланцевих з'єднань з показника 0,25% від об'єму ТМ менших значень.

Крім того, пункт 6.3.76 діючих «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», вимагає, щоб середньорічний витік теплоносія з водяних теплових мереж не перевищував 0,25% за годину від середньорічного обсягу води в тепловій мережі і приєднаних до неї систем тепло споживання. Практично, при належній експлуатації обладнання тепломереж втрата теплоносія становить значно менше 0,25% об'єму за годину. Реальні потреби в воді наведено в табл. 4.1. Дані по каналізації наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.1. Реальні потреби в воді

Потреби води по видам виробництва	Розрахункові витрати				Примітка
	м³/год	м³/добу	м³/місяць	м³/рік	
Підживлення тепломереж котлового контуру	0,01	0,24	0,72	42,2	Регулярно
Мокре прибирання приміщення F=44,3 м³	0,018	0,018	0,54	6,6	1 раз на добу на протязі року (12 міс.) норма 0,0004м³/м²
Всього Σ	0,028	0,258	1,26	48,8	

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



Таблиця 4.2 - Каналізація та стоки по котельні

Потреби води по видам виробництва	Розрахункові витрати				Примітка
	м³/год	м³/добу	м³/місяць	м³/рік	
Мокре прибирання приміщення F=44,3 м³	0,018	0,018	0,54	6,6	1 раз на добу
Можливі розливи та дренажі	0,05	0,1	0,3	1,8	до 3-х разів у місяць в опалювальний сезон
Всього Σ	0,068	0,118	0,84	8,4	

Принципову схему водопідготовки наведемо на рисунку 4.1.



1 – Установка обеззсолення AQA therm; 2 – станція деаерації та корекції pH

Рисунок 4.1 – Принципова схема водопідготовки

#### 4.4 Хімічна деаерація

Проектом передбачається знекиснення води в тепломережі, засноване на окисно-відновних процесах з використанням кисню і спеціальних відновників для зниження корозії в трубах. В якості відновлювача (хімреагенту) використовується сульфїт натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  або натрій сірчистоокислий. Обробка води сульфїтом натрію заснована на реакції окислення

					ТП 381мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

сульфіту, розчиненим у воді киснем:  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Розчин сульфиту натрію готують в баку, захищеному від контакту з атмосферою і потім, за допомогою насоса-дозатора, вводять в оброблювану воду.

Станція пропорційного дозування продуктивністю 0–6,5л/год, 100 л фірми "Ecosoft". Станція пропорційного дозування Ecosoft використовується для пропорційного дозування реагентів у водопровідну лінію зі змінною витратою води сульфиту натрію. Пропорційне дозування здійснюється за сигналом від імпульсного витратоміра. На всмоктуючому клапані насоса-дозатора встановлений фільтр, який запобігає потраплянню механічних частинок в дозатор і його засмічення.

Дозуюча станція Grundomat DDC 120 використовується для дозування розчинів реагентів виробництва BWT для відкритих і закритих опалювальних систем, для обробки охолоджуючої, виробничої, господарсько-питної води і води для басейнів.

В комплекті фірма «BWT» поставляє:

- витратний бак з лійкою для заповнення, шкалою для індикації рівня і пристроєм для автоматичного перемішування;
- кран для заповнення бака,
- шланг для заповнення бака,
- дозуючий насос, що всмоктує і напірний шланги.

Переваги даної деаерації:

- Дозування хімічних реагентів в системах опалення, охолодження та кондиціонування;
- панель управління: можливе програмування на включення дозуючого насоса від датчика витрати, реле часу або вручну;
- регулювання витрати - зовнішній сигнал від водоміра;
- захист від сухого ходу - автоматичне відключення насоса при запуску без води;
- аварійний сигнал - в разі низького рівня або відсутності реагенту в баку.

Станція деаерації та корекції рН наведено на рисунку 4.2

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рисунок 4.2 – Станція деаерації та корекції рН

Параметри установки наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Параметри установки

Номінальна продуктивність дозування	л/год	12
Ємність дозуючого бака	л	100
Робочий тиск	бар	10
Загальна висота	мм	1010
Діаметр ємності	мм	470
Електроживлення (потужність)	В/Гц	220/50

#### 4.5 Висновки з розділу 4

Застосування автоматизованих блоків хімводопідготовки фірми "BWT" веде до оптимальних режимів витрати води та повному обезсолюванні води без стоків та витрат солі. Таким чином, питання концентрації забруднення в стоках котельної повністю відсутнє.

## 5 ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ КОТЕЛЬНІ

### 5.1 Загальний опис та розрахунки

Опалення котельного залу здійснюється за рахунок теплових надходжень від обладнання та технологічних трубопроводів. Котельня працює без обслуговуючого персоналу, внутрішня температура в котельній залі в зимовий період прийнята + 10°C згідно нормативу [1].

Припливна та витяжна вентиляція прийняті з природним спонуканням.

Геометричні параметри приміщення котельні (по внутрішньому контуру):

- 1) периметр – 7,38 x 7,39 м;
- 2) середня висота – 2,7 м;
- 3) площа (внутрішня) – 44,3 м<sup>2</sup>;
- 4) об'єм (внутрішній) ~ 119,6 м<sup>3</sup>.

Повітрообмін у котельні розрахований на підтримання у приміщенні трикратної зміни повітря за годину.

Проектні рішення відповідають рекомендаціям п.18 ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні».

Баланс повітря і тепла по котельні. Котли мають закриту камеру згорання, тому повітря для горіння природного газу вентилятор всмоктує зовні приміщення котельні за допомогою коаксіальної (тобто подвійної концентричної) труби.

Витрата повітря на вентиляцію при трикратному повітрообміні складає:

$$V_{\text{пов}}^{\text{в}} = 119,6 \cdot 3 = 358,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

В підсумку витрата тепла на нагрів повітря від температури - 22 °С до + 10°C складе:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{год}} = V_{\text{пов}}^{\text{в}} \cdot c \cdot \Delta t, \quad (5.1)$$

де  $c$  - коефіцієнт, який враховує втрати тепла на нагрів;

$\Delta t$  – різниця температур

$$Q_{\text{пов}}^{\text{год}} = 358,8 \cdot 0,315 \cdot 32 = 3617 \frac{\text{ккал}}{\text{год}} = 4,2 \text{ кВт}$$

Надходження тепла в котельному залі забезпечують перш за все теплі поверхні котельного обладнання і трубопроводів. По нормативним даним тепловиділення від нагрівачів становлять 1,5% від їх теплопродуктивності, що складе 42,1 кВт. Додатково тепловиділення від іншого обладнання та газоходів складатимуть  $\approx 4$  кВт.

Втрати тепла відбуваються через огорожуючі конструкції і становлять 4,4 кВт.

Теплоповітряний баланс котельні представлений в табл. 5.1

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Теплоповітряний баланс котельні

Найменування приміщень котельні	Об'єм V, м³	Період року, t, °C	Витрати тепла по котельні, кВт			Тепловий баланс котельні, кВт			Припливне повітря м³/год	Т-ра робочої зони, t, °C
			опалення	вентиляція	разом	Виділення	Покриття	Залишок		
Котельний зал	119,6	-22	4,4	4,2	8,6	60,1	8,6	+51,5	358,8	+10
Котельний зал	119,6	+8	-	-	-	11,9	-	+11,9	358,8	+10
Котельний зал	119,6	+23	-	-	-	6	-	+6	358,8	+28

Таким чином, зважаючи на баланс тепла в котельному залі та спираючись на п.18 ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», опалення не передбачене, проте передбачене аварійне опалення електричним обігрівачем потужністю 1,5х3 кВт, що автоматично вмикається в роботу при зниженні температури в приміщенні котельні нижче +10°C. Даний обігрівач використовується і для чергового опалення та прогріву робочої зони біля апаратури ХВП.

Площа припливної решітки  $f$ , м² розраховується за формулою:

$$f = V_{\text{нов}} / (3600 \cdot w); \quad (5.2)$$

де  $w$  – швидкість повітря, яке проходить через решітку на вході в котельню, 1,0 м/сек.

$$f = 358,8 / (3600 \cdot 1,0) = 0,1 \text{ м}^2.$$

Приток передбачений через вентиляційні металічні решітки розмірами 300х350 мм кожна, розміщених в стіні котельні ( $F_{\text{ж.п.}}=0,105 \text{ м}^2$  сумарно). Витяжна вентиляція здійснюється через дефлектор Ø 360 у покрівлі. Площа витяжних пристроїв – 0,1 м². Площа легкоскидних конструкцій прийнята з розрахунку 0,05 м² на 1 м³ об'єму приміщення котельного залу. Відповідно при об'ємі приміщення котельні 119,6 м³, площа легкоскидних конструкцій складе 5,98 м². Для забезпечення такої площі легкоскидних конструкцій передбачено 5 вікон розмірами 1,5х0,9 м, з одним склом і металевою решіткою (сіткою) зовні для захисту від розкидування скла. Загальна площа скління буде становити 6,75 м², що більше розрахункової площі легкоскидних конструкцій.

## 5.2 Висновки з розділу 5

Зважаючи на баланс тепла в котельному залі та спираючись на діючі нормативи, опалення в котельному залі не передбачене, проте передбачене аварійне опалення електричним обігрівачем потужністю 1,5х3 кВт, що автоматично вмикається в роботу при зниженні температури в приміщенні котельні нижче +10°C.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

## 6 ГАЗОПОСТАЧАННЯ КОТЕЛЬНІ

### 6.1 Внутрішнє газопостачання котельні

#### 6.1.1 Загальні дані

Характеристику газоспоживаючого обладнання та витрати газу наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Характеристика газоспоживаючого обладнання та витрати газу

Найменування показників			Одиниці виміру	Значення
Тип і назва ГСО				"Logamaxplus GB162-100"
Номінальна теплова потужність			кВт	99,5
Статус (нове/діюче)				нове
Кількість			шт	28
ККД			%	97
Номінальний тиск газу перед пальником			кПа	2
Витрати газу	на одиницю	мін.	нм³/год	2
		макс.		10,5
	загальна	мін.		2
		макс.		294

#### 6.1.1.1 Основні проектні рішення

В даному проекті вирішено:

- 1) вимикаючий кран на вводі в котельню встановити всередині після входу газопроводу в будівлю котельні;
- 2) на вводі всередині котельні встановити швидкодіючий відсічний електромагнітний клапан M16/RM NC, "Madas", Ду125;
- 3) на газовому колекторі низького тиску передбачено газопровід продувки;
- 4) заземлення внутрішнього газопроводу здійснюється до заземлення котельні монтажною організацією по місцю.

#### 6.1.1.2 Об'єм проектування

Даним проектом передбачено:

- 1) установки водогрійної котельні та обв'язка їх по газу, воді, КВП та Е;
- 2) будівництво газопроводу-вводу та колектору низького тиску  $P=0,002$  МПа – Ø133x4;
- 3) будівництво опусків Ø76x3 до нагрівачів;
- 4) заземлення газопроводів.

6.1.2 Характеристики внутрішніх газопроводів котельні низького тиску та пристроїв на них

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

#### 6.1.2.1 Гідравлічний розрахунок газопроводу

##### 6.1.2.1.1 Газопровід-ввід низького тиску в котельню, загальний колектор

Визначимо діаметр газопроводу-вводу низького тиску для найгірших умов експлуатації, виходячи з надлишкового тиску 0,002 МПа в ньому та загальними годинними витратами газу 294 м<sup>3</sup>/год. Згідно додатка Е ДБН.В.2.5.-20-2001р. "Газопостачання".

$$d_{\text{газ}} = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{B_{\text{заг}}^{\text{max}} \cdot (273+t)}{p_m \cdot V}}, \quad (6.1)$$

де  $d_{\text{газ}}$  – діаметр газопроводу, см;

$B_{\text{заг}}^{\text{max}} = 294 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$  – витрата газу при температурі 0°C і тиску 0,101325 МПа;

$t=20^\circ\text{C}$  – температура газу;

$p_m = 0,103325$  МПа – низький тиск газу (абсолютний) на розрахунковій ділянці газопроводу;

$V \leq 7$  м/с – максимальна швидкість руху газу.

$$d_{\text{газ}} = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{294 \cdot (273 + 20)}{0,103325 \cdot 7}} = 12,5 \text{ см} = 125 \text{ мм}$$

Приймаємо Ду125. Труба Ø133x4.

##### 6.1.2.1.2 Діаметр опусків до нагрівачів

$$d_{\text{газ}} = 0,036238 \cdot \sqrt{\frac{73,5 \cdot (273 + 20)}{0,103325 \cdot 7}} = 6,25 \text{ см} = 62,5 \text{ мм},$$

Приймаємо Ду65. Труба Ø76x3.

##### 6.1.2.1.3 Схема газопроводів та пристроїв на них

Після вводу газопроводу в будівлю котельні передбачено швидкодіючий відсічний електромагнітний клапан M16/RM NC, "Madas", Ду125 на висоті 1,750 м від підлоги котельні, далі встановлено відключаючий кран Ду125, після якого загальний газовий колектор Ду125, від якого під кожної групою нагрівачів прокладається колектор Ду65. В кінці колектора газу виведено газопровід продувки Ду20.

Запірна арматура на газопроводах використовується кульового типу.

Для візуального контролю параметрів природного газу (температури, тиску) передбачені місцеві показуючі прилади.

##### 6.1.2.1.4 Автоматика безпеки

Автоматика безпеки при роботі газовикористовуючого обладнання забезпечується:

- 1) сигналізатором загазованості «Варта 1-03.14»;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

2) швидкодіючим відсічним електромагнітним клапаном M16/RM NC, що перекриває подачу газу при спрацюванні системи сигналізації про загазованість приміщення, системи сигналізації про пожежу та при відключенні електроенергії;

3) автоматикою пальника нагрівача, що забезпечує автоматичне регулювання горіння газу в необхідних режимах.

Детально робота пристроїв автоматики безпеки та випадки їх спрацювання описані в проекті АТМК.

#### 6.1.2.1.5 Конструкція газопроводу та монтажні рішення

Газопроводи низького тиску монтуються з електрозварних прямошовних труб ГОСТ 10704-91 зі сталі групи В.

Всі трубопроводи прокладаються відкрито. Кріплення – на кронштейнах до стін або до стелі. З'єднання – зварні, в місцях приєднання арматури – фланцеві і муфтові.

При проході через стіни газопроводи прокладати в сталевому футлярі. Діаметри футлярів вказані на кресленнях. Кінці футляру повинні виступати за стіну не менше ніж на 30мм. Простір між газопроводом і футляром закласти просмоленим клоччям, резиновими втулками або іншими еластичними матеріалами згідно з альбомом «Типовые детали уплотнения вводов инженерных сетей в гражданские здания», комплекс 7373-73, м. Вільнюс 1975р.

Для з'єднання труб сталевих газопроводу слід застосувати ручне дугове зварювання. Типи, конструктивні елементи й розміри зварних з'єднань сталевих газопроводу повинні відповідати вимогам ГОСТ 16037 і вимогам розділу 16 ДБН.В.2.5.-20-2001р. "Газопостачання".

Монтаж газопроводів виконувати згідно вимог ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання" та НПАОП 0.00.-1.76-15 "Правила безпеки систем газопостачання".

Прокладки та підкладки для ізоляції газопроводів від металевих конструкцій повинні виготовлятися з поліетилену за ГОСТ 16338-85\*Е та ГОСТ 16337-77Е або інших матеріалів, рівноцінних йому за ізолюючими властивостями.

Після монтажу та випробування надземний сталевий газопровід і арматуру на ньому покрити емаллю ПФ-115 згідно з вимогами ГОСТ 6465-76 по двох шарах ґрунту ГФ-021 ГОСТ 25129-82. Розпізнавальне фарбування газопроводів виконати фарбою жовтого кольору у відповідності з ГОСТ 14202-69.

Після монтажу виконати заземлення внутрішнього газопроводу до заземлення котельні по місцю.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



### 6.1.2.2 Випробування газопроводу

Випробування газопроводів виконувати згідно вимог ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання". Випробування проводити згідно таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Норми випробувань газопроводів

Газопровід	Кількість стиків, що підлягають радіографічному контролю %	Норми випробувань			
		на міцність		на герметичність	
		випробувальний тиск, кгс/см <sup>2</sup>	тривалість випробувань, год	випробувальний тиск, кгс/см <sup>2</sup>	тривалість випробувань, год
низького тиску внутрішній (до 0,05кгс/см <sup>2</sup> )	не підлягають контролю	1	1	0,1	1

## 6.2 Вузол обліку газу

### 6.2.1 Загальний опис

Даним проектом передбачено встановлення приладів комерційного вузла обліку споживання газу (ВОГ) для котлів ф-ми "Buderus" марки GB-162- 100кВт = 28шт. проектуємої дахової газової котельні для теплопостачання житлово-офісного комплексу з центром дозвілля та торгівлі, спортивно-оздоровчими приміщеннями та паркінгом за адресою: провулок Кленовий, 7, Печерського р-ну м.Києва. Сумарна витрата газу на дане обладнання складає 294,0 м<sup>3</sup>/год.

### 6.2.2 Вихідні дані

Згідно ТУ ПАТ "Київгаз", ВОГ має бути встановлено на стіні дахової газової котельні для теплопостачання житлово-офісного комплексу з центром дозвілля та торгівлі, спортивно-оздоровчими приміщеннями та паркінгом за адресою: провулок Кленовий, 7, Печерського р-ну м.Києва, на газопроводі середнього тиску (190–410кПа абсолютного тиску), максимальна витрата газу — 294,0 м<sup>3</sup>/год. Перелік ГСО, його витрати й режими роботи наведено в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Перелік ГСО, його витрати й режими роботи

Період роботи	Тип і назва ГСО	Потужність вихідна	Кількість	Статус	Витрата ГСО, м³/год за с.т. ум.			
		кВт			на одиницю		загальна*	
					q <sub>min</sub>	q <sub>max</sub>	q <sub>min</sub>	q <sub>max</sub>
Зима	Котли Buderus GB-162 <sup>(1)</sup>	100	28	нове	4,20	10,5	57,12	294,0
							4,20	294,0

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

(1) – Роботу газового пальника котла буде налаштовано в інтервалі 40%-100%. Все перераховане ГСО обладнане електродом накаливання (пілотний пальник (якщо він є) працює лише одночасно з основним пальником і не може споживати газ окремо).

### 6.2.3 Вибір типорозміру лічильника газу

Результати розрахунків<sup>(2)</sup> діапазону вимірювання ВОГ за стандартних умов (згідно ГОСТ 2939-63) наведені в таблиці 6.2.

Стандартні умови:  $T_{\text{станд}} = 293,15$ ; (тиск ст. ум.)  $P_{\text{станд}} = 101,325$  кПа

Вибір типорозміру лічильника газу наведено в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Основні характеристики лічильника газу

Група ГСО	Лічильник	Розрахункові дані						Витрата ВОГ, м³/год за ст. ум.	Коефіцієнт перерахунку
		$Q_{роб},$ м³/ГОД	$G_{ном}$	$P,$ кПа	$T,$ °C	$T,$ К	$K_{стисл.}$		
1	G100 2080/A «Delta» DN80 1/200 («Itron»)	0,8	100	410	-25	248,15	0,990	$Q_{min} = 3,863$	4,828
		160		196	35	308,15	0,999	$Q_{max} = 94,73$	1,842
<sup>2)</sup> Перевірка правильності вибору лічильника виконана за формулою, наведеною справа, де $Q_{станд}$ — витрата газу, зведена до стандартних умов, м³/ГОД; $Q_{роб}$ — витрата газу лічильника за робочих умов, м³/год; $P$ — абсолютний тиск газу, кПа; $T$ — температура газу, К; $K$ — коефіцієнт стисливості газу.			$Q_{max (min) стандарт} = Q_{max (min) роб} \cdot \frac{P_{min (max)}}{101,325} \cdot \frac{293,15}{T_{max (min)}} \cdot \frac{1}{K}$						

### 6.2.4 Вибір приладів для встановлення автоматизованого вузла обліку витрати природного газу

Вибір приладів для коректора газу зроблений на основі даних про граничні дані діапазонів виміру температури, тиску та витрати газу на протязі календарного року та у відповідності з технічними умовами ПАТ „Київгаз”.

До складу автоматизованого вузла обліку витрати природного газу входить:

1 лічильник газу роторний G100 2080/A «Delta» DN80 1/200 – 1 шт.;

2 коректор об'єму газу "Вега-1.01-ВБ-0,5-100-0,3-НЧ" в комплекті з датчиками температури та тиску: Термоперетворювач опору ( $\Phi_{\text{тсм}}=6\text{мм}$ ,  $L_{\text{роб}}=100$ , від -40 до +60°C, абсол.похибка  $\pm 0,4^\circ\text{C}$ ), перетворювач абсолютного тиску (діап.вимір. від атм. до 0,6МПа, приведена допустима похибка  $\pm 0,1\%$ );

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 реєстратор магнітного поля "ВЕГА-Р2".

Газовий лічильник має виконання по вибухозахисту згідно ГОСТ 22782.0-77, ГОСТ 22782.5-78, має маркування по вибухозахисту „1ExibIIAT4 X” та має можливість встановлення у вибухонебезпечних зонах приміщень і зовнішніх установок згідно розділу 4 ПУЕ ЕСУ, розділу 7.3 ПУЕ та іншим нормативним документам, які регламентують застосування електрообладнання у вибухонебезпечних зонах. Обчислювач, перетворювач інтерфейсів, GSM-модем встановлюються в приміщенні котельні за межею вибухонебезпечної зони.

Вище перелічені засоби вимірювальної техніки повністю відповідають вимогам ТУ та здатні забезпечити вимірювання параметрів природного газу.

#### 6.2.4.1 Вимоги до замірного вузла

Схема змонтованого вузла обліку і розміщення ЗВТ повинна відповідати схемі розміщення, наведеній у проекті.

Типорозмір та тип лічильників, що використовуються, повинно бути підібрано згідно з проектом на вузол обліку.

Вимоги до газового лічильника:

- монтаж газового лічильника повинен бути виконаний у відповідності з вимогами експлуатаційної документації на лічильник і таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до лічильника для його обслуговування і проведення перевірок;
- вузол обліку повинен бути розміщений в положенні згідно технічних даних на лічильник. При цьому відхилення вузла обліку від вертикальності або горизонтальності не повинно перевищувати  $\pm 5$  градусів ( $\pm 87$ мм на 1,0м).
- газовий лічильник, що входить до складу вузла обліку, використовується у всьому діапазоні нормованих витрат, тобто в діапазоні витрат з границями основних відносних похибок  $\pm 2,0\%$  та  $\pm 1,0\%$ .
- рекомендована висота розміщення лічильника – 0,9 .. 1,5м від рівня площадки обслуговування.
- довжина прямих ділянок повинна відповідати значенням, що наведені в експлуатаційній документації на відповідний тип лічильника. Прямі ділянки трубопроводів виробляються із суцільних труб. Не дозволяється виготовляти прямі ділянки трубопроводів із спіральним швом. При застосуванні зварних труб зі швом по дотичній до труби шов не повинен виступати у внутрішню порожнину трубопроводу.

Вимоги до фільтру:

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- вузол обліку повинен бути оснащений фільтром. Ступінь очистки фільтра повинна відповідати вимозі щодо очистки газу, викладеній в проекті вузла обліку, якщо така вимога відсутня, то ступінь очистки повинна бути не менше 50 мкм, що перевіряється за паспортними даними фільтра;
- пропускна здатність фільтрів повинна відповідати пропускній здатності лічильників, що застосовуються, і з якими будуть застосовані дані фільтри;
- фільтр встановлюється перед прямою ділянкою трубопроводу до лічильника.

Установка запірної або регулюючої арматури між лічильником і фільтром та між лічильником та прямими ділянками трубопроводу не дозволяється.

Вимоги до коректора

Коректор є засобом вимірювальної техніки та призначений для:

- вимірювання часу та тривалості паузи в обліку природного газу згідно з ГОСТ 5542;
- перетворення вхідних сигналів від вимірювальних перетворювачів абсолютного тиску і температури газу, що протікає в трубопроводі;
- перетворення імпульсних сигналів від лічильника газу, обчислення об'ємної витрати і об'єму газу за робочих умов;
- обчислення об'ємної витрати і об'єму газу, зведених до умов згідно з ГОСТ 2939 (температури 20 °С і тиску 760 мм рт. ст.);
- формування архівної бази даних;
- подання результатів обчислень на індикацію та, у вигляді звітів, на принтер.

Коректор повинен:

- бути обладнаним електронним пристроєм індикації результатів вимірювання;
- забезпечувати можливість вводу необхідних для розрахунків об'єму газу значень параметрів та характеристик газу, безпосередньо на місці експлуатації або дистанційно по каналах зв'язку;
- забезпечувати видачу необхідної інформації безпосередньо на принтер для реєстрації вимірювання об'єму газу або дистанційно – в ПАТ „Київгаз”;
- конструкція вузла обліку повинна бути такою, що будь-яке механічне втручання до складових частин вузла, яке може вплинути на результати вимірювань об'єму газу, призводить б до постійно видимого пошкодження самих складових частин, відбитків повірочних пломб на ЗВТ або захисних позначок.

Коректор відповідає вибухозахищенню виконанню згідно ГОСТ 22782.0-77, ГОСТ 22782.5-78, має маркування вибухозахисту „1ExibIIAT4 X” (свідоцтво про вибухозахищеність електрообладнання №2339) та може встановлюватися в

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

вибухонебезпечних зонах приміщень та зовнішніх установок гл. 4 ПУЕ ЕСУ, гл. 7.3 ПУЕ та інших документів, що регламентують використання електрообладнання в вибухонебезпечних зонах.

Коректор може бути укомплектований кабелем з пристроєм гальванічної розв'язки, який дозволяє підключати зовнішні пристрої вузлів обліку газу, які не мають вибухозахищеного виконання. Пристрої гальванічної розв'язки виконано згідно з ГОСТ 22782.5-78, має маркування вибухозахисту „ExibIIA” та призначено для встановлення поза вибухонебезпечної зони приміщення.

Коректор забезпечує можливість опитування диспетчерською програмою ПАТ „Київгаз” ASK.

Коректор укомплектований GSM-модемом, який дозволяє видачу необхідної інформації дистанційно (безпосередньо в ПАТ „Київгаз”).

#### 6.2.4.2 Загальні технічні вимоги до засобів вимірювальної техніки (ЗВТ)

Фланці елементів вузла обліку, що з'єднуються між собою, повинні бути одного і того ж діаметра, мати одну і ту ж кількість і діаметр отворів для болтів.

Болтові з'єднання фланців елементів вузла обліку повинні бути виконані тільки тим діаметром та кількістю болтів, на яке розраховано дане з'єднання. Кожне з'єднання повинно мати щонайменше по два болта (чи шпильки) з можливістю його пломбування. Ущільнювальні прокладки між елементами вузла обліку не повинні виступати всередину трубопроводу і повинні забезпечувати герметичність з'єднання.

Всі ЗВТ повинні розміщуватися як передбачено експлуатаційною документацією.

ЗВТ, що входять до складу вузла обліку, повинні мати виконання щодо захисту від дії води та механічних домішок не нижче IP54 згідно з ГОСТ 14254 та бути стійкими до впливу синусоїдальних вібрацій в діапазоні частот від 5 до 25 Гц з амплітудою зміщення до 0,1 мм (виконання В2 згідно з ГОСТ 12997).

Зовнішнє покриття вузла обліку повинно бути не нижче III класу за ГОСТ 9.032.

Електричний монтаж ЗВТ, що потребує електричного з'єднання, повинен бути проведений згідно з діючими нормами і правилами електричного монтажу та у відповідності з вимогами експлуатаційної документації на ЗВТ, що піддаються з'єднанню, в тому числі і в частині вимог, що стосуються вибухонебезпечних приміщень.

ЗВТ, що потребують заземлення, а також труби або екрани, в яких прокладені електричні лінії, повинні бути заземлені у відповідності до вимог експлуатаційної документації на даний ЗВТ.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

ЗВТ, що входять до складу вузла обліку, повинні мати виконання (щодо іскрозахисту та вибухобезпеки) відповідно до категорії приміщень, де вони встановлюються.

Вузол обліку не повинен мати видимих пошкоджень та дефектів, які б перешкоджали роботі ЗВТ та самому вузлу в цілому.

З'єднувальні газопровідні та електричні лінії, вентилі, відстійні та розділюючі посудини повинні відповідати вимогам чинних стандартів.

### 6.3 Газорегуляторний пункт шафового типу

Для зниження тиску газу та утримання його на заданому рівні проектом передбачається встановлення шафового регуляторного пункту (далі ШРП).

Для зниження тиску газу з середнього  $P=0,1$  МПа (1бар) на низький  $P=0,002$  МПа (0,02бар) та утримання його на заданому рівні проектом передбачається встановлення ШРП з двома лініями редукування (1-робоча, 1-резервна). Кожна лінія редукування обладнана регулятором тиску газу RG/2MBZ Dn40 ф-ми "Madas".

Максимально – годинна витрата газу котельні складає – 294,0 н.м<sup>3</sup>/год.

Підбір регуляторів здійснено згідно ДБН "Газопостачання" з урахуванням 20% запасу максимальної розрахункової витрати газу:  $294,0 + 20\% = 353,0$  н.м<sup>3</sup>/год.

Максимальна пропускна спроможність регулятора тиску газу RG/2MBZDn40ф-ми "Madas", згідно технічним характеристикам -400м<sup>3</sup>/год при  $P_{вх}=0,1$ бар,  $P_{вих}=20$ мбар.

### 6.4 Річна витрата палива

Витрата на виробництво 1 Гкал тепла складає:

$$B_{1\text{Гкал}} = \frac{10^6}{Q_p} \quad (6.2)$$

$$B_{1\text{Гкал}} = \frac{10^6}{8120 \cdot 0,97} = 127 \frac{\text{нм}^3}{1\text{Гкал}}$$

Річна витрата палива:

$$B_{\text{річ}} = Q_{\text{річне}} \cdot B_{1\text{Гкал}} \quad (6.3)$$

$$B_{\text{річ}} = 6229 \cdot 127 = 790844 \frac{\text{нм}^3}{\text{рік}} = 790,8 \frac{\text{тис.нм}^3}{\text{рік}}$$

Теж в умовному паливі:  $790844 \cdot 1,16 = \frac{\text{нм}^3}{\text{рік}} = 917,3785 \frac{\text{т.у.п.}}{\text{рік}};$

Річна кількість димових газів:

$$V_{\text{річ}}^{\text{дим}} = V_{\text{ном}}^{\text{дим}} \cdot \frac{B_{\text{річ}}}{B_{\text{ном}}} \quad (6.4)$$

$$V_{\text{річ}}^{\text{дим}} = 166,4 \cdot \frac{790844}{10,5} = 12\,532\,994 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$$

Річна кількість димових газів при нормальних умовах

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{річ}^{дим} = 12\,532\,994 \cdot \frac{273}{76 + 273} = 9,804 \cdot 10^6 \frac{\text{нм}^3}{\text{рік}}.$$

Об'єм димових газів для 1-го нагрівача при  $\alpha=1,2$  складе:

$$V_{д.г.}^{лк.} = B_{ном} (V_{д.г.} + \Delta\alpha \cdot V'_{нов.}) \quad (6.5)$$

$$V_{д.г.}^{лк.} = 10,5(10,5 + 0,2 \cdot 9,5) = 130,2 \frac{\text{нм}^3}{\text{год}}$$

при  $t_{д.г.} = 76^\circ\text{C}$ , цей об'єм складе:

$$V_{д.г.} = V_{д.г.}^{лк.} \cdot \left( \frac{273 + 76}{273} \right) \quad (6.6)$$

$$V_{д.г.} = 130,2 \cdot 349 / 273 = 166,4 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Максимальна годинна кількість димових газів при роботі котельні на повну потужність:

$$V_{год}^{дим} = V_{ном}^{дим} \cdot \frac{B_{річне}}{B_{ном}} \quad (6.7)$$

$$V_{год}^{дим} = 166,4 \cdot \frac{10,5 \cdot 28}{10,5} = 4659,2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 4659,2 \cdot \frac{273}{76 + 273} = 3644,6 \frac{\text{нм}^3}{\text{год}}$$

Максимальна секундна кількість димових газів:

$$V_{сек}^{дим} = \frac{V_{год}^{дим}}{3600} \quad (6.8)$$

$$V_{сек}^{дим} = \frac{4659,2}{3600} = 1,29 \frac{\text{м}^3}{\text{сек}} = 1,29 \cdot \frac{273}{76 + 273} = 1,0 \frac{\text{нм}^3}{\text{сек}}$$

## 6.5 Висновки з розділу 6

1 Визначена річна витрата палива котельні для забезпечення об'єкту будівництва опаленням, витратою на вентиляцію та на гаряче водопостачання  $B_{річне} = 790,8 \times 10^6 \text{ нм}^3/\text{рік}$ .

2 Для зниження тиску газу та утримання його на заданому рівні, передбачається встановлення шафового регуляторного пункту, регулятором тиску газу RG/2MBZ Dn40 ф-ми "Madas".

3 Також передбачено встановлення приладів комерційного вузла обліку споживання газу (БОГ) для котлів ф-ми "Buderus" марки GB-162 - 100кВт = 28шт. лічильником обліку газу G100 2080/A «Delta» DN80 1/200 («Itron»).

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

## 7 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОМЕХАНІЧНИХ РІШЕНЬ КОТЕЛЬНОЇ

### 7.1 Автоматизація теплотехнічного обладнання

У котельні запроектовано двадцять вісім котлів «Logamax plus GB162 V2» фірми "Buderus".

Автоматика котлів поставляється комплектно з контролерами та не потребує додаткових проектних рішень, а саме: управління групою підключення насоса для GB162 і управління пальником котла. [3]

#### 7.1.1 Захист обладнання

Автоматика котлів керує роботою котла, котлового насосу, регулюючих клапанів та пальника, забезпечує роботу котла в автоматичному режимі та мають всі необхідні нормативні функції захисту, виконує своєчасне відключення котла при недопустимих відхиленнях від заданих режимів експлуатації:

- підвищення або зниження тиску газу перед пальником (забезпечується автоматикою пальника);
- зниження розрідження повітря на вході в димову трубу;
- згасання факелу пальника (забезпечується автоматикою пальника);
- підвищення температури теплоносія на виході з котла;
- підвищення або зниження тиску води на виході з котла.

Автоматика котлів забезпечує своєчасне та надійне автоматичне відключення пальника при припиненні подачі електроенергії, а також, при несправностях в ланцюгах захисту автоматики керування.

#### 7.1.2 Сигналізація

Так як робота котельні передбачена без постійного обслуговуючого персоналу, то передбачена світлозвукова сигналізація як в самій котельні, так і на загальному диспетчерському пункті. Сигнали для яких передбачається світло-звукова сигналізація:

- зупинка котла;
- причини спрацювання захисту;
- підвищення або пониження тиску природного газу;
- пониження чи підвищення тиску в зворотньому трубопроводі теплової мережі;
- підвищення або пониження рівня води в баці хімічно очищеної води;
- спрацювання теплового захисту насосів.

Сигнал «Аварія в роботі котлового обладнання» передається на пульт сигналізації «Сигнал-1ДН» з подальшою передачею на мобільний телефон абонента шляхом відправки SMS-повідомлення та (або) дозвону через GSM-комунікатор «Сигнал-54».

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 7.1.3 Автоматичне регулювання

В даній котельній передбачено автоматичне регулювання процесу горіння. Для підтримання постійного тиску перед циркуляційними насосами передбачено підключення підживлюючого трубопроводу.

Установка хімводопідготовки працює в автоматичному режимі. Це означає проведення автоматичного процесу відновлення фільтрів після їх роботи. Для функціонування установки хімічної чистки необхідна лише заміна технічної солі на відновлення фільтрів.

Подача мережного теплоносія до споживачів здійснюється автоматично з підтриманням заданої температури на виході з котельні.

Для автоматизації процесу спалювання природного газу передбачена установка регуляторів подачі природного газу перед кожним пальником.

### 7.1.4 Контроль

Для контролю параметрів, які необхідні при експлуатації котельні, передбачені прилади, які видають дані на екран.

Для контролю параметрів зміна котрих може призвести до аварійної ситуації передбачені сигналізуючі прилади.

Для контролю параметрів, які необхідні для аналізу роботи обладнання та побутових розрахунків передбачені реєструючі та підсумовуючі прилади.

В проекті передбачені показуючі прилади:

- 1) температури прямої і зворотньої мережної води;
- 2) температури води в підживлюю чому трубопроводі;
- 3) тиск в подаючому і зворотньому трубопроводі мережної води (до і після шлямовика);
- 4) тиск води в трубопроводах підживлення тепломережі і живлення котлів.

В проекті передбачені реєструючі прилади для вимірювання:

- температура води в подаючому і в зворотньому трубопроводі мережної води;
- витрата води в подаючому трубопроводі мережної води.

Для насосних установок передбачені манометри для вимірювання тиску води у всмоктуючих патрубках (після запірної арматури) і в напірних патрубках (до запірної арматури) всіх насосів.

Для водопідготовчої установки передбачені наступні показуючі прилади для вимірювання:

- тиску води до і після кожного фільтру;
- витрата води, що йде на водопідготовку.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## 7.2 Автоматизація насосних установок.

Згідно з технологічним завданням розділу ТМК розміщено і підлягає автоматизації таке обладнання:

- насоси підживлювальної води;
- насос мережної води.

Для забезпечення автоматизації насосних установок проектом передбачено контролюючі та регулюючі контролери, які забезпечують наступні функції керування насосами:

- місцеве керування насосами із щита автоматизації (ЩА);
- автоматичне ввімкнення в роботу резервного насоса /ABP/ при виході з ладу робочого;
- взаємозаміна роботи насосів з інтервалом в 7 діб;
- керування насосами на лінії підживлення в залежності від рівня води в баці підживлювальної води;
- відключення підживлювальних насосів при досягненні нижнього аварійного рівня в баці підживлювальної води (захист від «сухого ходу»);
- сигналізація нормальної роботи і аварійного стану систем на щиті автоматизації.

Для регулювання температурою теплової мережі в проекті передбачена система автоматичного регулювання, яка передбачає регулювання потужністю пальників в залежності від температури в подавальному трубопроводі теплової мережі.

Регулятор налагоджується на визначене співвідношення між вказаними температурами та потужністю пальників і виконує відповідне керування виконавчими механізмами.

Контрольно-вимірювальні прилади та електроапаратура розміщуються на технологічному і сантехнічному обладнанні та на щитах автоматизації.

Живлення щитів автоматики виконується від мережі трифазного струму , 380 В, 50 Гц. по I категорії.

## 7.3 Автоматика безпеки.

Відповідно до ДБН В 2.5-20-2001 «Газопостачання», ПБСГУ «Правил безпеки систем газопостачання України» та на підставі завдання розділу «ГПВ» в проекті передбачено автоматику безпеки, яка припиняє подачу природного газу до котельні:

- при зникненні напруги на вводах в котельню;
- при пожежі в котельні;
- при спрацюванні сигналізації загазованості в котельні;
- при спрацюванні охоронної сигналізації.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

При досягненні хоча б одного з вказаних сигналів, контролер, встановлений на щиті сигналізації, подає відповідний світло-звуковий сигнал.

Система автоматики формує такі сигнали на щиті сигналізації:

- «пожежа в котельні»;
- зникнення напруги на вводах в котельню;
- концентрація чадного газу СО в повітрі котельні вища за норму;
- при підвищенні або зниженні тиску в газопроводі на вводі в котельню за межі нормованих робочих параметрів (див. р. «ГПВ»);
- концентрація паливного газу СН<sub>4</sub> в повітрі котельні вища за норму.

В проекті передбачен газосигналізатор типу «Варта-1-03.14» для контролю до вибухонебезпечної концентрації паливного газу СН<sub>4</sub> (20% нижньої концентраційної межі поширення полум'я), контролю парів дизельного палива С<sub>6</sub>Н<sub>14</sub> та небезпечної концентрації чадного газу СО в повітрі приміщенні котельні.

Для контролю несанкціонованого відкриття дверей до котельні передбачено датчик руху з передачею сигналу до операторської.

Система контролю загазованості діє цілодобово.

Живлення щита сигналізації виконується від мережі трифазного струму 380 В, 50 Гц. по I категорії.

#### 7.3.1 Аварійна сигналізація.

В проекті передбачено аварійну сигналізацію на щитах, яка дозволяє здійснювати контроль за появою аварійних ситуацій в роботі котлового та додаткового обладнання.

#### 7.4 Технічні вказівки з монтажу.

Монтаж апаратури, приладів та засобів автоматизації виконувати згідно з чинними нормами і правилами, технічними умовами і інструкціями заводів-виробників.

Для прокладки трас ліній технологічної сигналізації до приладів та трас автоматизації застосовуються кабель з мідними жилами КВВГнг.

Електропроводку передбачається прокладати в металорукавах і в сталевих трубах, відкрито на лотках і кабельних конструкціях, та в трубах у підготовці підлоги приміщень - закрито.

Монтаж кабельних мереж та обладнання виконувати з урахуванням розташування санітарно-технічного обладнання.

Електромонтажні роботи проводити в відповідності з діючими ПУЕ "Правилами будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (НПАОП-40.1-1.32-01), із СНіП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства", а також, із ГОСТ 12.1.030-ССБТ –“Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление”.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 8 ДИМОВІ ТРУБИ КОТЕЛЬНІ

### 8.1 Загальний опис

Димові труби є важливим елементом котельних установок, призначеним для відведення і розсіювання у зовнішньому середовищі продуктів згоряння палива. Сучасні котельні можуть працювати на газоподібному, рідкому і твердому паливі. В результаті його згоряння утворюються хімічно активні тверді і газоподібні продукти (сажа, попіл, вуглекислий газ, оксиди азоту та багато інших). Розробка матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) у складі проектної документації на нове будівництво, розширення, реконструкцію та технічне переоснащення об'єктів промислового та цивільного призначення здійснюється згідно ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» та Законом України «про оцінку впливу на довкілля».

Димова труба повинна забезпечувати хороше розсіювання токсичних продуктів горіння, тобто дотримання забезпеченню безпеки в навколишньому повітрі. Крім того, вона повинна створювати природну тягу для ефективної роботи котельної установки.

#### 8.1.1 Вихідні дані до розрахунку

Висоту димової труби визначаємо з урахуванням відведення та розсіювання у зовнішньому середовищі продуктів згоряння палива.

Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 8.1.

Таблиця – 8.1. Вихідні дані для розрахунку

Потужність котельні, кВт	2786
Марка котлів	Buderus Logano plus GB-162-100 V2=28шт
Питомий вміст забруднюючих речовин в димових газах, мг/м <sup>3</sup>	$NO_x=34.6 \text{ мг/м}^3$ $CO=125 \text{ мг/м}^3$
Кількість дим. труб, шт	28
Висота дим. труби, м	105,290 м (висота устя димових труб дахової котельні)
Діаметр дим. труби, мм -	Ø110
Температура димових газів, °C	+76°C
Коеф. надлишку повітря в димових газах	$\alpha=1,2$
Максимальний годинний викид димових газів( при КПД=106%)	3644 нм <sup>3</sup> д.г/год (при 0 °C); На 1 нагрівач 130,2 нм <sup>3</sup> д.г/год (при 0 °C).

Згідно вихідних даних по котельні:

Викид  $NO_x=34,6 \cdot 28 \cdot 130,2 = 126137 \text{ мг/год} = 126,14 \text{ г/год}$ ;

Викид  $CO=125 \cdot 28 \cdot 130,2 = 455700 \text{ мг/год} = 455,7 \text{ г/год}$ .

## 8.2 Розрахунок максимальної приземної концентрації шкідливих речовин

### 8.2.1 Приземна концентрація NO<sub>x</sub>

Для кількості димових труб більше, ніж 1 використовується формула:

Приземна концентрація NO<sub>x</sub> на рівні дихання, мг/м<sup>3</sup>:

$$C_{NO_x} = \frac{A \cdot m \cdot M_{NO_x} \cdot F}{H^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{V_{d,e} \cdot \Delta t}} = \frac{160 \cdot 1 \cdot 0,034 \cdot 1}{105,290^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{28}{1,254 \cdot 56,2}}, \quad (8.1)$$

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації (шаруватої будови) атмосфери (для України  $A=160$ );

$m$  – коефіцієнт, яким враховують умови виходу димових газів з устя труби, приймаємо  $m=1$ ;

$M$  – сумарна кількість шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу,

$M_{NO_x} = 126,14/3600 = 0,035$  г/с;

$F$  – коефіцієнт, яким ураховують швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі (для газоподібних домішок  $F=1$ );

$H$  – висота димової труби,  $H=105,290$  м (висота устя димових труб дахової котельні);

$V_{d,e}$  – об'ємна витрата димових газів, які викидаються, м<sup>3</sup>.

$$C_{NO_x} = 0,00049 \cdot 0,7351 = 0,00036 \text{ мг} / \text{м}^3$$

Викиди димових газів при їх температурі +76°C становлять:

$$V_{d,e} = \frac{V_{нм} \cdot (273 + T_{d,e})}{3600 \cdot 273}, \quad (8.2)$$

де  $N$  - число димових труб котельної,  $N=28$  штук;

$\Delta t$  - різниця між температурою димових газів, що викидаються, та атмосфери,

$\Delta t = 76 - 19,8 = 56,2$  °C;

+19,8 °C – температура атмосфери в липні місяці.

$$V_{d,e} = \frac{3644 \cdot (273 + 76)}{3600 \cdot 273} = \frac{3644 \cdot 349}{982800} = 1,294 \frac{\text{м}^3 \text{д.г.}}{\text{с}}$$

Отже,  $C_{NO_x} = 0,00036$  мг/м<sup>3</sup> повітря на рівні дихання при землі. Норматив NO<sub>x</sub> для України складає 0,024 мг/м<sup>3</sup>, що в 66 рази більше показника нашої котельні.

### 8.2.2 Приземна концентрація CO

Приземна концентрація CO на рівні дихання мг/м<sup>3</sup>:

$$C_{CO} = \frac{A \cdot m \cdot M_{CO} \cdot F}{H^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{V_{d,e} \cdot \Delta t}} = \frac{160 \cdot 1 \cdot 0,1225 \cdot 1}{105,290^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{28}{1,294 \cdot 56,2}}, \quad (8.3)$$

де  $M_{CO} = 455,7/3600 = 0,1266$  г/с

$$C_{CO} = 0,001768 \cdot 0,7351 = 0,0013 \text{ мг} / \text{м}^3$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Отже,  $C_{CO} = 0,0013 \text{ мг/м}^3$  повітря на рівні дихання при землі. Норматив CO для України складає  $0,15 \text{ мг/м}^3$ , що в 115 рази більше показника нашої котельні.

Таким чином, робота дахової котельні потужністю 2786 кВт, що розташована по провулку Кленовому 7, у Печерському районі міста Київ, з відміткою устя димових труб котельні +105,290 м, відповідає всім вимогам екологічної безпеки.

Також слід відмітити, що в розрахунках на забруднення атмосфери завжди враховують «фонову концентрацію шкідливих речовин», які існують до спорудження котельні і які присумовують до викидів котельні. Зазвичай, це складає ще до 50% збільшення показників, які не мають суттєвого значення для нашого приведенного вище розрахунку.

### 8.3 Визначення мінімальної висоти димової труби

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot m \cdot n}{c_{ГДК}}} \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{V_{д.з} \cdot \Delta t}}, \quad (8.4)$$

де  $c_{ГДК}$  - гранично допустима концентрація шкідливої речовини на рівні дихання (беремо для оксиду вуглецю  $C_{CO}(ГДК) = 0,15 \text{ мг/м}^3$ , а для показників оксидів азоту  $C_{NO}(ГДК) = 0,024 \text{ мг/м}^3$ );

$z$  - кількість димових труб котельної,  $z=28$ .

Обчислюємо сумарну кількість шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу [2]

$$M_{NO_2} = 0,034 \cdot B_z \cdot Q_n^p \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot k \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right), \quad (8.5)$$

де  $\beta_1$  – коефіцієнт, яким враховують кількість спалюваного палива та спосіб шлако- і золовидалення, приймаємо для природного газу  $\beta_1 = 1$  [2];

$\beta_2$  – коефіцієнт, яким враховують конструкцію пальників, приймаємо  $\beta_2 = 1$ ;

$k$  – коефіцієнт, який характеризує вихід оксидів азоту на 1000 кг спаленого умовного палива;

$q_4$  – втрати теплоти від механічного недопалювання, приймаю  $q_4 = 0$  [2] (як для газу).

$$k = \frac{2,5 \cdot Q}{20 + Q_{ном}}, \quad (8.6)$$

де  $Q$  і  $Q_{ном}$  – фактична і номінальна теплопродуктивність котлів, 2,786 МВт та 2,645 МВт, відповідно.

$$k = \frac{2,5 \cdot 2,786}{20 + 2,645} = 0,3$$

Викиди оксидів азоту в атмосферу:

$$M_{NO_2} = 0,035 \cdot 0,079 \cdot 34 \cdot 1 \cdot 0,3 = 0,027 \text{ г/с}.$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Об'ємну витрату димових газів визначаємо за формулою:

$$V_{\partial.з.} = V_{\partial} \cdot B_{\partial} \cdot \frac{273,15 + t'_{\partial.з.}}{273,15}, \quad (8.7)$$

де  $V_{\partial}$  – дійсний об'єм продуктів згорання,  $V_{\partial} = 12,6 \text{ м}^3/\text{нм}^3$ ;

$B_{\partial}$  – розрахункова витрата палива,  $B_{\partial} = 0,079 \text{ м}^3/\text{с}$  (з розрахунку вибору обладнання котельні);

Об'ємна витрата димових газів в перерахунку на робочі умови:

$$V_{\partial.з.} = 12,6 \cdot 0,079 \cdot \frac{273,15 + 76}{273,15} = 1,275 \text{ м}^3/\text{с}$$

Мінімальна висота димової труби за формулою 8.4:

$$H = \sqrt{\frac{160 \cdot 0,027 \cdot 1 \cdot 1}{0,024}} \cdot \sqrt[3]{\frac{28}{1,275 \cdot (76 - 27)}} = \sqrt{180} \cdot \sqrt[3]{0,448} = 13,4 \cdot 0,765 = 10,3 \text{ м}$$

По місцю розміщення дахової котельні, відмітка устя димових труб становить 105,290 м, що десятикратно перевищує необхідну мінімальну висоту димової труби.

#### 8.4 Відвід продуктів згорання

Номінальна витрата природного газу на нагрівач згідно паспорту складає

$$B_{\text{ном}} = 10,5 \frac{\text{м}^3_{\text{н}}}{\text{год}}$$

Кількість димових газів:

$$V_{\text{ном}}^{\text{дг}} = B_{\text{ном}} \cdot (V_{\partial} + \Delta\alpha \cdot V^0) \cdot \frac{t_{\text{вих}}^{\text{дг}} + 273}{273}, \quad (8.8)$$

де  $V_{\partial} = 10,5 \frac{\text{м}^3_{\text{н}} \partial.з.}{\text{м}^3_{\text{н}} \text{газу}}$  - питома кількість димових газів на  $1 \text{ м}^3_{\text{н}}$  природного газу;

$\Delta\alpha = 0,2$  - надлишок повітря в газоходах за нагрівачем;

$V^0 = 9,5 \frac{\text{м}^3_{\text{н}} \text{нов}}{\text{м}^3_{\text{н}} \text{газу}}$  - питома витрата повітря;

$t_{\text{вих}}^{\partial.з.} = 76^{\circ}\text{C}$  - температура димових газів на виході з нагрівача.

$$V_{\text{ном}}^{\text{дг}} = 10,5 \cdot (10,5 + 0,2 \cdot 9,5) \cdot \frac{76 + 273}{273} = 166,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Конструктивно приймаємо газохід від кожного нагрівача діаметром Ду110. Тоді швидкість димових газів в ньому становитиме:

$$\vartheta_{\partial} = \frac{166,4 \cdot 4 \cdot 4}{3600 \cdot \pi \cdot 0,275^2} = 3,11 \text{ м/с}.$$

Для підключення газового конденсаційного котла і системи подачі повітря та димовідведення використовується коаксіальна труба  $\varnothing 110/160$  мм. Вентилятор газового конденсаційного котла створює надлишковий тиск у внутрішній димовій трубі

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

з'єднувального елемента. У димовому каналі внаслідок підйомної сили через різниці температур створюється розрідження. Зовнішня концентрична труба служить для подачі повітря для горіння.

У димовідвідному приєднувальному патрубку конденсаційного котла інтегровано пристрій для видалення конденсату, через який конденсат стікає безпосередньо в сифон. Конденсат з газового конденсаційного котла відводиться відповідно до діючих стандартів і нейтралізується. Щоб не допускати повернення конденсату в котел та підсмоктування повітря каналізаційним сифонним затвором, потрапляння стічних вод передбачається у дренажну воронку з сифоном.

### 8.5 Висновки по розділу 8

Встановлення та подальша робота дахової котельні потужністю 2786 кВт, що розташовується по провулку Кленовому, у Печерському районі міста Київ, з відміткою устя димових труб котельні +105,290 м, відповідає всім вимогам екологічної безпеки.  $C_{CO} = 0,0013$  мг/м<sup>3</sup> повітря на рівні дихання при землі. Норматив СО для України складає 0,15 мг/м<sup>3</sup>, що в 115 рази більше показника нашої котельні.  $C_{NO_x} = 0,00036$  мг/м<sup>3</sup> повітря на рівні дихання при землі. Норматив NO<sub>x</sub> для України складає 0,024 мг/м<sup>3</sup>, що в 66 рази більше показника нашої котельні.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



## 9 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно - гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я, життя й працездатності людини в процесі праці.

Охорона праці розглядає наступні напрямки: безпечна праця, запобігання травматизму і професійних захворювань, виникнення пожежо-небезпечних ситуацій, питання правової охорони праці.

Котельня призначена для забезпечення теплотою та гарячим водопостачанням житлово-офісного комплексу. Сумарна потужність котельної складає 2,765 МВт. Розрахунковий температурний графік в тепловій мережі 80/60 С. Котельня включає:

- двадцять вісім нагрівачів (котлів) Buderus GB-162 – 99,5 кВт;
- мережеві, підживлювальні насоси;
- трубопроводи, арматура.

Компоновка обладнання водогрійних котлів виконана за умови єдиного фронту обслуговування.

Котельня знаходиться без обслуговуючого персоналу протягом 72-х годин.

Котлоагрегати і допоміжне обладнання котельної оснащені засобами захисту, що відключають обладнання при аварійних ситуаціях. Котельня обладнана звуковою сигналізацією, що вмикається в разі аварійної ситуації.

В даному розділі розроблені необхідні технічні рішення, що забезпечують безпеку при експлуатації котельної, питання промислової санітарії і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

### 9.1 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації устаткування котельні

Технічні рішення, які прийняті у магістерській дисертації, враховують вимоги ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні", ДБН В.2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція та кондиціювання", ДБН В.2.5-20-2001 "Газопостачання", ДБН В. 1.1-7-2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги" стандартів техніки безпеки і гарантують безпечні умови експлуатації та обслуговування нагрівачів.

Робота котельні передбачена без постійної присутності персоналу, але за наявності диспетчерського персоналу в цілому по об'єкту, де котельня буде встановлена, для періодичного обслуговування, яке проводиться по графіку, затвердженому керівництвом об'єкту.

Як правило, огляд котельні проводиться ранком кожного дня з метою виконання:

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- огляд загального стану робочого обладнання;
- занесення в журнал показників витрати по лічильникам природного газу, теплової енергії на видачу споживачам, води, електроенергії;
- при необхідності проведення профілактичного ремонту, періодичної продувки нижніх точок котлів, підтяжка сальників арматури і т. ін.;
- виявлення робіт більш серйозного значення чи необхідності пуску в експлуатацію резервного устаткування;
- інформування керівництва про помічені вади в роботі котельні.

В число чергового персоналу по об'єкту повинні входити технічні працівники, що мають право доступу до електрообладнання, приладів КВП і А, газового та котельного обладнання. Всі вони повинні бути атестовані і мати документ на право допуску і обслуговування котельні.

Проектом, на підставі діючих нормативів, передбачений вивід сигналів несправності на диспетчерський пункт постійного перебування чергового персоналу при наступних порушеннях нормального режиму роботи котельні:

- несправності устаткування;
- порушення електропостачання котельні;
- зниження температури в котельні нижче +10 °С;
- спрацювання сигналізації загазованості котельні;
- спрацювання пожежної сигналізації;
- спрацювання охоронної сигналізації.

При цьому в місці постійного перебування чергового персоналу повинна бути забезпечена розшифровка вище перерахованих сигналів несправності і черговий персонал виконує необхідні операції по усуненню неполадок.

Після усунення несправностей запуск нагрівачів здійснюється вручну персоналом, атестованим для цього виду робіт, або ж викликається представник організації, що обслуговує котельне обладнання по договору.

В цілому експлуатація котельні регламентується діючими правилами і нормативами для водогрійних котлів з температурою нагріву води не вище 115°С, а також правилами експлуатації і безпеки газового устаткування, електроустаткування, інструкціями заводів-виготовлювачів встановлюваного устаткування, посадовими і виробничими інструкціями.

Важливими елементами в експлуатації котельні є режимні карти і нормативні характеристики устаткування, що повинні при їхньому впровадженні забезпечити економічно вигідну і безпечну роботу котельні.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наказом по організації-власнику котельні призначається особа з числа інженерно-технічних працівників відповідальна за експлуатацію котельні, газового господарства і теплових мереж. При цьому вирішується питання ремонту обладнання, арматури, приладів КІП і А силами спеціалізованих організацій, що мають відповідні ліцензії і матеріальну базу.

Періодичний контроль за роботою котельні здійснюють відповідні інспекції й експлуатуючі організації, включаючи пусконаладжувальні роботи.

Зовні котельні на видному місці повинна розташовуватися вказівка про місце перебування чергового персоналу, що обслуговує котельню по диспетчерському зв'язку.

У щоденній роботі котельні необхідно забезпечити:

- допуск до роботи з котельним і газовим обладнанням тільки тих осіб, які атестовані по даним видам робіт;

- справність обладнання, включаючи резервне;

- своєчасний ремонт і перевірку обладнання;

- виконання правил і розпоряджень інспекцій;

- наявність комплекту обмідненого інструмента для роботи з газовим устаткуванням;

- наявність табличок на устаткуванні з указівкою його паспортних даних, а на трубопроводах - стрілок руху середовища і відповідного їхнього фарбування;

- дотримання правил по техніці безпеки, включаючи питання електробезпеки;

- теплоізоляцію поверхонь нагріву з температурою понад 45 °С;

- наявність і збереження технічної і проектної документації по даній котельні, що зберігається в особи, відповідальної за котельню.

В місцях проходу комунікацій крізь стіни котельної передбачаються футляри з ущільненням отворів негорючими матеріалами.

## **9.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці і виробничої санітарії**

Робота котельні передбачена без постійного персоналу, а, отже, без наявності повного комплексу побутових приміщень. Туалет та умивальник передбачено. Періодичне обслуговування котельні проводиться в міру потреби.

У роботі котельні враховані фактори несприятливого впливу на персонал і навколишнє середовище, а саме:

- підвищена температура устаткування;

- підвищена вологість повітря, протяги і перепади температур усередині котельні;

- щільне розміщення устаткування з різною технологією;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- наявність устаткування і трубопроводів під тиском;
- наявність газовикористовуючого устаткування;
- шумові навантаження працюючого устаткування;
- наявність устаткування і кабелів з напругою до 0,4 кВ;
- наявність реактивів-хімікатів;
- цілодобовий режим роботи котельні;
- викид в атмосферу продуктів згоряння природного газу з температурою до 140 °С (76°С);
- стоки з підвищеною температурою, лужністю;
- можливість загазованості котельного залу по СН<sub>4</sub> і СО<sub>2</sub>.

По кожному з цих факторів проектом передбачені заходи щодо нейтралізації їхнього негативного впливу чи зменшення такого впливу на персонал та навколишнє середовище:

- нагрівачі і допоміжне обладнання споряджені згідно з діючими нормами і правилами необхідним захистом, що відключає його при аварійних ситуаціях і здійснює звукову і світлову сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норм;
- нагрівачі і допоміжне обладнання споряджені згідно з діючими нормами і правилами необхідним захистом, що відключає його при аварійних ситуаціях і здійснює звукову і світлову сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норм;
- розміщення обладнання, прокладка трубопроводів та комунікацій виконані з урахуванням забезпечення нормативних проходів, які забезпечують доступ до них;
- гарячі поверхні (понад 45°С) устаткування, трубопроводів і газоходів підлягають ізоляції;
- електричні кабелі й устаткування під напругою відповідають ПУЕ;
- персонал для періодичного обслуговування котельні повинний бути навчений і атестований;
- за шумовими характеристиками все обладнання сертифіковане і відповідає нормам;
- в котельні забезпечене необхідне природне і штучне, а також аварійне освітлення;
- котельний зал має надійну систему вентиляції, включаючи витяжний дефлектор;
- автоматика нагрівачів забезпечує процес горіння газу за рахунок забору повітря з котельного залу, що, відповідно до ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», враховується в повітрообміні та сприяє вентиляції котельного залу;
- система контролю загазованості котельні не допустить перевищення нормативних показників;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

- застосування палиникових пристроїв зі зниженим вмістом NO<sub>x</sub> і CO у димових газах, а також зниженими шумовими характеристиками. Процес горіння проходить в оптимальному режимі;

- котельня має систему відводу всіх типів стоків і розливів у єдину мережу каналізації по промплощадці підприємства;

- гарячі стоки котлів розбавляються до безпечної концентрації умовно чистими стоками ХВП;

- прийнята проектом конструкція газоходів і димових труб дозволяє уловлювати і відводити в стоки конденсат водяних парів димових газів, не допускаючи його побіжного розливу;

- викиди шкідливих речовин з димовими газами розсіюються до безпечних концентрацій;

- блискавкозахист котельні;

- приміщення котельні забезпечене площею легкоскридних огорожувальних конструкцій з умови не менше 0,05м<sup>2</sup> на 1м<sup>3</sup> приміщення котельні;

- віконні прорізи котельні обладнані зовнішніми металевими сітками для запобігання розкидання скла при "ударах" газовикористовуючого обладнання;

- експлуатація котельні передбачає мінімальне споживання нафтопродуктів в образі мастильних матеріалів, що при належному догляді за обладнанням виключає забруднення ними навколишнього середовища.

### 9.3 Заходи по забезпеченню електробезпеки

По небезпеці електротравматизму котельня відноситься до 3 категорії [9] (особливо небезпечне приміщення), оскільки тут має місце наявність більше двох ознак підвищеної безпеки. Тип електричної сіті, від якої живиться устаткування (електродвигуни насосів, димососа і вентилятора; світильники робочого, аварійного, штучного і зовнішнього освітлення), котельної - трифазна, чотирьохдротяна електрична мережа напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю (система захисту TN-C).

Технічні рішення по запобіганню електротравм від дотику до струмовідних частин електрообладнання:

а) Ізоляція струмовідних елементів електроустаткування відповідно до вимог нормативів ( опір ізоляції нового устаткування не менше 1 кОм на 1 В напруги);

б) забезпечення недоступності неізольованих струмовідних елементів (розміщення їх на недоступній висоті, в недоступних місцях, в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, в металевих шафах, огорожа їх металевими сітками, закриття клемових з'єднань та ін.);

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мережа, як силова, так і контрольна, прокладається по стінах з кріпленням скобами і на металевих конструкціях. Силові магістралі і розподільні мережі виконуються кабелями з мідними жилами і дротами в трубах і металевих рукавах. Зовнішня електропроводка виконана ізольованим дротом і розміщена на висоті 2,5 м над робочими місцями.

в) Використання захисних блокувань в електричних апаратах і устаткуванні (механічних, електричних), що забезпечує виключення напруги при відкритті апаратів електроустаткування, при знятті напруги, при попаданні персоналу в небезпечну зону;

г) Використання засобів орієнтації в електроустаткуванні, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні і експлуатації електроустаткування - написи, таблички, застережливі знаки сигналізації;

д) використання зниженої напруги. Стаціонарні мережі розеток 12В для переносного освітлення, в системах місцевого освітлення і для ручного електроінструменту напруга 42В;

е) Електрична проводка прокладається по стінах, в лотках підлоги і в захисних трубах.

Технічні рішення, по запобіганню електротравм під час переходу напруги на неструмовідні частини електрообладнання.

Оскільки вся мережа трифазна, чотирьох дротяна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки поразки людини струмом, у разі його дотику до неструмовідних металевих частин електроустановок, що виявилися під напругою, передбачається використання занулення металевих корпусів електрообладнання, каркасів, щитів і шаф.

Занулення - спеціальне електричне з'єднання неструмоведучих елементів обладнання із заземленим нульовим проводом.

Метою занулення є усунення небезпеки поразкою електричним струмом персоналу при пробі на корпус обладнання однієї фази мережі. Вказана мета досягається в результаті швидкого відключення максимальним струмовим захистом ділянки мережі, на якій відбулося замикання на корпус.

При зануленні пробій на корпус приводить до короткого замикання фази (контур нульовий провід - фаза - фазний провідник - корпус споживача - нульовий провід). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат із струмовим захистом) - і пошкоджений споживач відключається від мережі. Передбачається виконання нормативів до занулення:

-забезпечується необхідна кратність струму короткого замикання ;

-забезпечується цілісність нульового провідника і достатня його провідність.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для запобігання поразки електричним струмом при пошкодженні ізоляції, проводки і т.п. встановлюються переносні захисні огорожі і заземлення.

Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, гумовими ботами, струмовимірними кліщами, інструментами з ізольованими ручками; також використовують гумові килимки і діелектричні підставки.

#### 9.4 Мікроклімат та система повітря робочої зони

##### 9.4.1 Основні особливості умов праці персоналу

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища виробничого приміщення, який визначається поєднаними діями на організм людини, температури, вологості, швидкості руху повітря та теплових випромінювань. Отже, основними параметрами мікроклімату є: температура, відносна вологість, швидкість переміщення повітря та інтенсивність теплового випромінювання.

Параметри мікроклімату можуть змінюватись у широких межах і істотно впливати на самопочуття та здоров'я працівника продуктивність та якість його праці Людина постійно знаходиться в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Рівняння теплового балансу між організмом людини і зовнішнім середовищем:

$$Q = Q_T + Q_{KT} + Q_{ВП} + Q_{ВІР} + Q_{П}, \quad (9.1)$$

де  $Q_T, Q_{KT}, Q_{ВП}, Q_{ВІР}$  - теплота, яку віддає організм людини навколишньому середовищу відповідно через одяг, шляхом конвекції, через випромінювання, шляхом випаровування вологи з поверхні шкіри;

$Q_{П}$  - теплота, яку витрачає організм людини на нагрівання вдихнутого повітря.

Вологість повітря зумовлюється вмістом у ній водяної пари. Відносна вологість  $B$  - це відношення абсолютної вологості  $A$  до максимальної  $M$  [10]:

$$B = (A/M) \cdot 100\% \quad (9.2)$$

Абсолютна вологість - це маса водяної пари, яка міститься в даний момент у повітрі.

Максимальна вологість повітря - максимально можливий вміст водяної пари в повітрі за даної температури (стан насиченості).

Підвищення вологості повітря (понад 75%) у поєднанні з низькими температурами значно впливає на охолодження, а в поєднанні з високими температурами сприяє перегріву організму.

Параметри мікроклімату діють на організм людини комплексно. Параметри мікроклімату нормуються по ДСН 3.3.6-042-99 (Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони) залежно від тяжкості виконуваних робіт і періоду року.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Відповідно до цього нормовані параметри зводимо в таблицю 9.1

Таблиця 9.1 - Допустимі і оптимальні параметри температури повітря, відносної вологості і швидкості руху повітря

Період року	Оптимальний режим			Допустимий режим		
	$t, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$V, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\phi, \%$	$V, \text{м/с}$
Теплий	22-24	40-60	0,2	21-28	$\leq 60$	0,1-0,3
Холодний	21-23	40-60	0,1	20-24	$\leq 75$	0,1-0,2

Технічні рішення для забезпечення вимог норм (регламентуються):

- приміщення, де розташовано основне і допоміжне обладнання, побутові приміщення обладнані природною і механічною вентиляцією. При природній вентиляції повітря в котельню поступає через віконні отвори і віддається через аераційні ліхтарі стельових перекриттів. Відведення відхідних газів проводиться по газоходах від котла до димової труби за рахунок створення природної тяги;

- для підтримки необхідної температури в приміщеннях котельної в зимовий час в котельній виконується опалювання. Теплоносієм системи опалювання є гаряча вода що йде в систему опалювання від водогрійних котлів.

Заходи по оптимізації складу повітря в зоні постійного перебування персоналу

В приміщенні котельної передбачена установка газоаналізатора з датчиками контролю загазованості по приміщеннях. Газоаналізатор має світлову і звукову сигналізацію, а також вихід на аварійне відключення подачі природного газу.

Для уникнення витоків газоподібних речовин з'єднання газопроводів, по яких рухаються ці речовини, ущільнюють паронітом.

Повітрообмін приймається без урахування повітря, що поступає в топки котлів для горіння. Видалення надмірного тепла і вологості відбувається за рахунок приточно-втяжної вентиляції приміщень. Об'єм приточного повітря компенсується об'ємом повітря, що поступає в топки котлів і повітря, що видаляється втяжною вентиляцією.

## 9.5 Технічні рішення та заходи щодо покращення умов праці

Розробили такі Технічні рішення та заходи щодо покращення умов праці:

- установка досконалого устаткування, в якому, по можливості усунені витoki шкідливих газів. Для запобігання витоків природного газу через нещільність приєднання трубопроводів до арматури передбачені прокладки ущільнювачів всіх фланцевих з'єднань;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



- автоматизація технологічних процесів; на місцях вимірювання параметрів встановлені датчики, які передають інформацію на щит управління;
- зменшення виділення тепла і вологи за рахунок застосування ізоляції і фарбування;
- проектом передбачений щит централізованого управління і теплового контролю загальнокотельним допоміжним устаткуванням (деаераційна установка, водопідготовка).

Заходи по оптимізації виробничого освітлення робочої зони персоналу

У котельні передбачені наступні види освітлення:

- робоче освітлення на напрузі 220 В;
- аварійно - евакуаційне на напрузі 220 В;
- ремонтне освітлення на напрузі 12 В.

Підключення щитів освітлення виконано від ТП кабельними лініями по радіальних схемах.

Мережі освітлення захищені від перевантаження і струмів короткого замикання.

Ремонтне освітлення виконується на напрузі 12 В і живиться від мережі аварійного освітлення через знижувальні трансформатори 220/ 12 В.

Проектні рішення по природному, штучному і комбінованому освітленню приміщень та окремих зон відповідають вимогам діючих нормативів.

Захист від виробничого шуму

- для машиніста котлів створене окреме, ізольоване від шуму, приміщення з розміщенням в ньому щитів технологічної сигналізації (щитова);
- службово-побутові приміщення захищені від шуму діючого устаткування глухими стінами;
- застосовуються засоби індивідуального захисту від шуму – протишумні навушники;
- зменшення шуму в джерелі шляхом вдосконалення устаткування і експлуатації його в нормальних режимах.
- вентилятори і димососи встановлюються за котлом біля стіни будівлі, самої віддаленої від робочих місць обслуговуючого персоналу;
- для зниження рівня звукового тиску в газоході і димовій трубі при швидкості потоку понад 15 м/с встановлюються пластинчаті глушники шуму з напівжорсткої мінеральної плити в оболонці із склотканини і перфорованого листа;
- воздуховоди і вентиляційне устаткування приєднуються за допомогою гнучких вставок.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Захист від виробничих вібрацій. Рівень звукового тиску від обладнання котельні та викиди шкідливих речовин не перевищують нормативних даних.

Для зниження рівня шуму і для запобігання вібрацій, які можуть передаватися від обладнання (мережеві насоси, насоси циркуляційні) проектом передбачені гнучкі трубопровідні вставки.

## 9.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується планами локалізації аварійної ситуації ПЛАС. Одними з основних складових частин оперативної частини ПЛАС є розробка технічних рішень та організація заходів щодо запобігання виникнення або ліквідації наслідків аварійних ситуацій в тому числі і розробка плану дій оперативного та чергового персоналу, а також визначення основних заходів з пожежної безпеки.

### 9.6.1 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

- негайно повідомити про це Державну пожежну охорону за телефоном, вказати при цьому

- адресу кількість поверхів, місце виникнення НС, наявність людей, а також своє прізвище;

- повідомити про пожежу керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;

- організувати оповіщення людей про пожежу;

- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;

- вжити заходів щодо гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити, чи викликано Державну пожежну охорону;

- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;

- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації пожежі;

- перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу;

- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;

- організувати зустріч підрозділів Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації пожежі.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Після прибуття на пожежу підрозділів Державної пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа.

9.6.2 Система оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях пропонується встановлення системи оповіщення виробничого персоналу. Оповіщення про надзвичайну ситуацію та управління евакуацією людей здійснюється наступними способами:

- поданням звукових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- зв'язком оперативного (чергового) персоналу системи оповіщення (диспетчера);
- пожежного поста) із зонами оповіщення.

При пожежі використовуються такі засоби сповіщення персоналу:

- в приміщенні, згідно вимог [ДБН В.2.5-13-98] встановлено димові сповіщувачі СПД-1, які входять до складу автоматичних систем пожежної сигналізації а в коридорі встановленні теплові сповіщувачі ПП-105.4;
- встановлено звуковий сповіщувач в приміщенні сходової клітини, для оповіщення людей про пожежу;
- в приміщенні суворо заборонено використання побутових нагрівальних приладів, палити;
- двері відкриваються назовні;
- ширина дверного отвору 1 м, що задовольняє нормативним вимогам - не менше 0,8 м;
- кількість одночасно працюючого персоналу 3 особи, що задовольняє нормативним вимогам - не більше 25 осіб при одному виході;
- висота дверного отвору складає 2 м, що задовольняє нормативним вимогам – не менш 2м;
- в приміщенні суворо забороняється зберігати вогнебезпечні речовини та вироби (тканина, рослинні масла, лакофарби и т.п.).

9.6.3 Пожежна безпека

Даним проектом передбачені заходи протипожежного захисту, тому що виникнення пожежі вимагає негайного припинення роботи котельні.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Конструкція будинку котельні передбачає застосування огорожувальних конструкцій з негорючих матеріалів. Огороджувальні конструкції будівлі котельні являються несучими. Таким чином, огорожувальні конструкції котельні мають ступінь вогнестійкості II (табл. 4, ДБН В. 1.1-7-2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.").

Будівля з такими характеристиками виконує вимоги ДБН В.2.5-77:2014 "Котельні" і може використовуватись для улаштування котельні.

Пожежна безпека даної котельні забезпечена наступними заходами:

- у будівництві котельні забороняються до застосування матеріали і речовини, на які відсутні дані щодо їхньої пожежної безпеки;
- приміщення котельні обладнане одним виходом безпосередньо назовні;
- розміщення обладнання забезпечує безперешкодну евакуацію з приміщення котельні;
- автоматичною зупинкою при пожежі нагрівачів і перекриттям подачі природного газу на ввідному газопроводі котельні, шляхом спрацювання швидкодіючого відсічного клапану;
- системою контролю загазованості приміщення котельні з автоматичною зупинкою котлоагрегатів і перекриттям подачі природного газу на ввідному газопроводі котельні, шляхом спрацювання швидкодіючого відсічного клапану по сигналу про вибухонебезпечну концентрацію метану в повітрі котельні, що становить 20% НКГР (нижньої концентраційної границі розповсюдження полум'я);
- у перекритті стелі котельні присутні витяжні дефлектори природної вентиляції;
- котельня забезпечується необхідними засобами пожежегасіння: Згідно вимогам ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-7002 приміщення котельні обладнано первинними засобами пожежегасіння в образі 2-х порошкових вогнегасників ОП-9Б;
- періодичний контроль за роботою котельні, яка працює в автоматичному режимі без постійної присутності обслуговуючого персоналу, виконується відповідно підготовленим персоналом Замовника або найнятою спеціалізованою експлуатуючою організацією. Ремонт обладнання, арматури, приладів контролю та регулювання виконується спеціалізованими організаціями, що мають відповідні ліцензії і дозволи;
- як аварійне джерело освітлення передбачені електричні ліхтарі. Заборонені до застосування ліхтарі на рідкому паливі.

Відповідно до Закону України "Про пожежну безпеку" власники котельні чи уповноважені особи зобов'язані забезпечити вимогам НАПБ В.01.34-2005 «Правила ПБ в компаніях та організаціях енергетичної галузі України» та ДСН В.2.5-56-2014 «Автоматичні системи захисту та пожежегасіння».

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

### 10.1. Мета проекту

Метою даного звіту та розрахунків є техніко-економічне дослідження та обґрунтування, визначення оптимального варіанту тепло забезпечення означеного вище об'єкту, виходячи з таких показників:

- 1) надійність джерела тепlopостачання об'єкту, виходячи з цілорічної потреби ГВП та сезонної потреби ОВ для житлового комплексу;
- 2) вартість теплоенергії, яку будуть оплачувати мешканці житлових будинків в порівнянні різних джерел;
- 3) безпечність в експлуатації джерела тепlopостачання, можливість автоматизації його роботи без наявності постійного персоналу;
- 4) екологічні показники джерела тепла та його впливів на навколишнє середовище;
- 5) зниження первинних капіталовкладень та об'ємів робіт при спорудженні джерела тепла;
- 6) зниження до мінімуму втрат тепла при його транспортуванні до споживачів за рахунок скорочення довжини тепломереж;
- 7) відсутність посередників та додаткових нарахувань при тепlopостачанні об'єкту;
- 8) можливість з боку мешканців об'єкту повного контролю роботи джерела тепла, його технічного стану та необхідності ремонтних робіт чи модернізації.

### 10.2 Технічне завдання на розробку тепlopостачання об'єкту

Теплові навантаження наводимо у вигляді таблиці 10.1.

Таблиця - 10.1 Теплові навантаження

Найменування споживачів	Теплові навантаження, МВт(Гкал)			
	Опалення + вентиляція	ГВП максимальне	ГВП середнє	Разом з ГВП середнє
Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому 7, Печерського району м. Києва	2,442 (2,100)	0,872 (0,750)	0,240 (0,206)	2,682 (2,306)

Сума теплових навантажень з  $Q_{\text{ГВП}}^{\text{середнє}} = 2,682 \text{ МВт} = 2,306 \text{ Гкал/год}$

Втрати в тепломережах та на власні потреби котельні врахованні до теплових навантажень на ОВ та ГВП.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

10.2.1 Таким чином до розрахунків беремо:

- Навантаження  $Q_{оп}; Q_{вент}; Q_{ГВП}^{сеп}$  – згідно таблиці 10.1
- Сумарне навантаження на котельню:

$$\Sigma Q = \Sigma Q_{ОВ} + Q_{ГВП}^{сеп} \quad (10.1)$$

де  $Q_{ОВ}$  – витрата тепла на опалення та вентиляцію;

$Q_{ГВП}$  – витрата тепла на ГВП;

$$\Sigma Q = 2,442 + 0,240 = 2,682 \text{ МВт} = 2,306 \text{ Гкал/год}$$

- Розрахункова температура опалювального сезону  $t_{p.o.} = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Температура всередині приміщень  $t_{вн.} = +22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Середня температура опалювального періоду  $t_{ср.o.} = -0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Тривалість опалювального сезону  $n = 176$  діб;
- Розрахункова температура для вентиляції  $t_{p.v.} = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- Згідно з п.Д Додатку К (стор.53) ДБН В.2.5.-39.2008 «Теплові мережі»

середній тепловий потік на опалення та вентиляцію розраховується по одній формулі, тому навантаження на опалення та вентиляцію сумуємо;

- Варіант газової дахової котельні з 28-ма котлами «Buderus GB-162»  $28 \times 99,5 = 2,786 \text{ МВт}$ ;

- Варіант підключення об'єкту до теплових мереж центрального тепlopостачання м. Києва;

- При встановленій потужності котельні 2,786 МВт забезпечення максимальної потреби. ГВП=0,872 МВт буде за рахунок теплоносія на опалення та вентиляцію згідно п.4.18 ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні»;

- Максимальне  $Q_{ГВП} = 0,872 \text{ МВт}$  є короткочасним навантаженням, тому сумарну необхідну потужність котельні визначаємо з ГВП середнім=0,240 МВт, що складе необхідні 2,682 МВт при встановленій потужності котельні 2,786 МВт.

Звідси визначаємо теплові навантаження:

10.2.2 Середнє навантаження за опалювальний сезон:

$$Q_{ОВ}^{ср} = Q_{ОВ}^{max} \cdot \frac{t_{вн} - t_{ср.0}}{t_{вн} - t_{p.0}} \quad (10.2)$$

$$Q_{ОВ}^{ср} = 2,442 \cdot \frac{22 - (-0,1)}{22 - (-22)} = 1,227 \text{ МВт} = 1,055 \text{ Гкал/год}$$

10.3.2. Річне навантаження на опалення та вентиляцію:

$$Q_{ОВ}^{річ} = Q_{ОВ}^{ср} \cdot n \cdot 176 \quad (10.3)$$

$$Q_{ОВ}^{річ} = 1,055 \cdot 24 \cdot 176 = 4456 \text{ Гкал/рік}$$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

10.2.3. Річну потребу тепла на ГВП визначимо згідно вимогам додатку К ДБН В.2.5-39 «Теплові мережі»

$$\Sigma Q_{ГВП}^{річ} = \Sigma (Q_{ГВП}^{літ} + Q_{ГВП}^{зим}) \quad (10.4)$$

$$\Sigma Q_{ГВП}^{річ} = 599 + 872 = 1471 \text{ Гкал/рік}$$

$$Q_{ГВП}^{літ} = Q_{ГВП}^{сер} \cdot \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}} \cdot B \cdot Z \cdot 189, \quad (10.5)$$

де  $t_{х.л} = +15^{\circ}\text{C}$  - температура холодної води влітку;

$t_{х.з} = +5^{\circ}\text{C}$  - температура холодної води взимку;

$B = 0,8$  - літній коефіцієнт, який враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалювальний період по відношенню до опалювального періоду;

$Z = 24$  години/добу; 189 – неопалювальний сезон діб.

$$Q_{ГВП}^{літ} = 0,24 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 \cdot 0,86 \cdot 24 \cdot 189 = 599 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}}$$

$$Q_{ГВП}^{зим} = 0,24 \cdot 0,86 \cdot 24 \cdot 176 = 872 \text{ Гкал/рік}$$

Річна потреба води для ГВП:  $G_{ГВП} = 14975 + 17436 = 32411 \text{ м}^3 \text{ води /рік}$

10.2.4 Річна загальна потреба тепла по об'єкту:

$$\Sigma Q_{річне}^{кот} = \Sigma Q_{ОВ}^{річне} + \Sigma Q_{ГВП}^{річне} \quad (10.6)$$

$$\Sigma Q_{річне}^{кот} = 4456 + 1471 = 5927 \frac{\text{Гкал}}{\text{рік}} = 24816 \text{ ГДж/рік}$$

10.2.5. Число годин використання встановленого обладнання газової дахової котельні:

$$Z_{Г.К.} = \frac{\Sigma Q_{кот}^{річ}}{Q_{кот}^{уст}} \quad (10.7)$$

$$Z_{Г.К.} = \frac{5927 \cdot 1,16}{2,786} = 2468 \frac{\text{годин}}{\text{рік}}$$

10.2.6. Число годин використання обладнання при тепломережах

$$Z_{т.м.} = \frac{5927 \cdot 1,16}{2,682} = 2564 \frac{\text{годин}}{\text{рік}}$$

### 10.3 Використання електричної енергії по варіантам

Річне використання електричної енергії:

$$E_{річне} = Z \cdot P_{уст.}, \text{ кВт-год./рік}, \quad (10.8)$$

де  $Z$ - кількість годин використання обладнання  $P$  кВт-потужність встановленого обладнання.

Річна вартість ел.енергії:

$$Q_{ел.ен.}^{річн} = E_{річ.} \cdot C_{квт.год.}, \quad (10.9)$$

де  $C_{квт.год.} = 1,68 \text{ грн/квт-год.}$

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

По газовій котельні:

$$E_{річн} = 2468 \cdot 29,5 = 72806 \text{ кВт-год./рік.} = 81,5 \text{ тис. кВт-год./рік.}$$

$$C_{річн} = 72806 \cdot 1,68 = 122,3 \text{ тис грн./рік}$$

$$\text{Складова частина } C_{\text{ел.ен.}}^{1\text{Гкал}} = 122300:5927 = 21 \text{ грн/1Гкал}$$

По тепломережам:

$$E_{річн} = 2564 \cdot 25 = 64100 \text{ кВт-год./рік.}$$

$$C_{річн} = 64100 \cdot 1,68 = 107,688 \text{ тис грн./рік}$$

$$\text{Складова частина } C_{\text{ел.ен.}}^{1\text{Гкал}} = 107688:5927 = 18 \text{ грн/1Гкал}$$

#### 10.4. Аналіз варіантів теплопостачання об'єкту

За станом на 01.08.2019 теплопостачання існуючих або проектних будинків може забезпечуватись такими джерелами тепла:

1. Традиційне приєднання до існуючих теплових мереж централізованої системи теплопостачання. Необхідна потужність до 2,682 МВт.

2. Спорудження своєї власної котельні з цільовим призначенням – теплопостачання даного об'єкту. При цьому можуть бути варіанти такої котельні:

2.1 Котельня на вугіллі чи рідкому паливі, розміщена на промплощадці біля житлового будинку.

2.2 Котельня на дровах, пелетах, або інших видах відновлюваного палива, розміщена також на площадці біля житлового комплексу.

2.3 Газова дахова котельня, розміщена на промплощадці.

2.4 Газова дахова котельня встановленою потужністю  $28 \cdot 99,5 = 2786 \text{ кВт} = 2,786 \text{ МВт}$ .

Крім того, практикують ще такі джерела тепла:

- на базі теплових насосів;
- на основі сонячних панелей;
- електроопалення прямої дії в приміщеннях.

Кожен з цих джерел теплопостачання був розглянутий замовником, інвестором, проектантантами та відповідними службами інженерного забезпечення на даному об'єкті.

Зваживши реальну ситуацію, було визначено для подальшого розгляду, порівняння та впровадження два варіанти: приєднання до існуючої системи централізованого теплопостачання та автономна дахова котельня.

10.4.1 Варіант приєднання до існуючої системи централізованого теплопостачання

Згідно показників пунктів цього звіту 1.1.1÷1.1.8. слід відмітити такі ознаки даного варіанту і приєднання до існуючих теплових мереж з максимальним відводом тепла до 2,682 МВт, що можливе при умовах:

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- виконання вимог згідно з технічними умовами ПАТ «Київтеплоенерго»;
- при необхідності збільшення подачі тепла ГВП можливе за рахунок зменшення на опалення;
- виконання будмонтажу, відновленню доріг та рекультивації землі при прокладанні тепломереж до об'єкту;
- можлива перерва в подачі ГВП влітку (до 30 днів) по причині ремонту тепломереж.

Висновок: цей варіант згідно кошторису по аналогічним об'єтам коштує не менше 7,212 млн. грн. капіталовкладень та складний будмонтаж, що практично є не прийнятним. Крім того, вартість одержаного тепла від центральних тепломереж протягом року складе:

$$C_{річ}^{теп.мер.} = Q_{річ} \cdot C_{теп.мер.} \quad (10.10)$$

де  $C_{теп.мер.} = 1654 \frac{\text{грн}}{1 \text{ Гкал}}$  - вартість 1 Гкал від тепломереж на 01.06.2019.

$$C_{річ}^{теп.мер.} = 5927 \cdot 1654 = 9803 \frac{\text{тис.грн.}}{\text{рік}}$$

При наявності будинкового обліку.

10.4.2 Варіант джерела тепла «дахова газова котельня потужністю 2,786 МВт 28 котлів по 99,5 кВт.

- Умови та затрати на виконання проектування та будсмонтажу даної котельні незрівняно кращі ніж у попередньому варіанті;
- Вартість газової котельні, потужністю 2,786 МВт складе 7,725 млн.грн., враховуючи проектні та будмонтажні роботи в повному об'ємі з ПДВ та іншими затратами.
- Дахове розташування котельні виключає земляні роботи, які зведені до мінімуму при підземному прокладанні газопроводу-вводу;

Річна витрата газу на об'єкт складе:

$$B_{річ} = \frac{Q_{річне}}{Q_p^H \cdot \eta}, \quad (10.11)$$

де  $Q_{річне} = 5927 \text{ Гкал/рік}$  – річна потреба тепла по об'єкту;

$Q_p^H = 8120 \text{ ккал/нм}^3$  - теплотворна здатність палива;

$\eta = 1,06$ - к.к.д. котлів Buderus GB-162-100- конденсаційного типу.

$$B_{річ} = \frac{5927 \cdot 10^6}{8120 \cdot 1,06} = 688,6 \text{ тис.нм}^3/\text{рік}$$

- Дахова газова котельня буде мати 28 котлів «GB-162-100» загальною потужністю 2786 кВт, що дає гарантоване постійне теплопостачання при кожному режимі роботи котельні;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

- Необхідність ІТП (індивідуальних теплових пунктів) для порівняння не беремо, бо вони будуть необхідні при кожному варіанті теплопостачання.

Спорудження газової дахової котельні буде коштувати біля 7,725 млн. грн.

При терміні експлуатації максимум 20 років річна амортизація складатиме 235 тис. грн.

Основну вартість теплової енергії від котельні буде складати вартість палива, яка на 01.07.2019 складала 8190 грн за 1000 нм<sup>3</sup>газу (разом з ПДВ)

Річна вартість газу складе:

$$C_{газ}^{рік} = B_{річ} \cdot C_{1000} \quad (10.12)$$

$$C_{газ}^{рік} = 688,6 \cdot 8190 = 5640 \text{ тис.грн./рік}$$

Доля газу в собівартості 1 Гкал:

$$C_{газ}^{ІГкал} = \frac{C_{газ}^{рік}}{Q_{річне} \cdot K} \quad (10.13)$$

$$C_{газ}^{ІГкал} = \frac{5640 \cdot 10^3}{5927} = 952 \text{ грн/Гкал}$$

Газова котельня не буде мати постійного персоналу, працюватиме в комплекті з насосним обладнанням, як і при варіанті з тепломережами, і тому для порівняння беремо показники без повторення ідентичних витрат по обом варіантам.

З двох розглянутих варіантів теплопостачання об'єкту економічно найбільш вигідним джерелом теплопостачання є газова дахова котельня, що показують наступні розрахунки.

Згідно статті 19 Закону України «Про теплопостачання». Споживач або суб'єкт має право вибирати (змінювати) теплопостачальну організацію, якщо це технічно можливо.

## 10.5 Порівняння капіталовкладень на будівництво

### 10.5.1 Порівняльна таблиця капіталовкладень на будівництво

Таблиця - 10.2. Капіталовкладення в будівництво

Розділи капітальних вкладень	Централізовані тепломережі, тис. грн.	Котельня на 2786 кВт,, тис. грн.	Примітки
Проектування та будівництво джерела тепла	7212	7725	
Амортизаційні щорічні відрахування 5%	361	386	

Вартість дахової котельні потужність 2,786 МВт враховує:

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Капіталовкладення в спорудженні котельні згідно кошторису в сумі 7,725 тис. гривень.(НДС в повному об'ємі)

Крім того, вартість спорудження централізованого тепlopостачання беремо по наявному аналогу з врахуванням вартості ПДВ 20%.

Означені вартості заносимо в таблицю – 10.2.

При цьому слід зауважити: незначне перевищення капіталовкладень котельні над тепломережами багатократно окупиться в перший рік її експлуатації, як показують наступні розрахунки.

10.5.1.1 Складова частина вартості палива в собівартості тепла від газової котельні

Питома витрата природного газу на 1 Гкал:

$$B_{num} = \frac{10^6}{Q_p^H \cdot \eta}, \quad (10.14)$$

де  $Q_p^H = 8120$  ккал/нм<sup>3</sup> – теплотворна здатність газу;

$\eta = 1,06$  – к.к.д. котлів «GB-162».

$$B_{num} = \frac{10^6}{8120 \cdot 1,06} = 116,18 \text{ нм}^3/\text{Гкал}.$$

Вартість газу на 1 Гкал:

$$C_{1\text{Гкал}} = C_{\text{тис.м}^3} \cdot B_{num} = 6477 \cdot 0,11618 = 752,6 \text{ грн/Гкал}$$

10.5.2 Щорічних порівняльних витрат (без врахування ідентичних затрат) на тепlopостачання об'єкту по провулку Кленовому,<sup>7</sup>

Таблиця – 10.3. Щорічні порівняльні витрати (без врахування ідентичних затрат) на тепlopостачання

Назва	Одиниця	Центральні тепломережі 2,786 МВт	Дахова котельня 2,786 МВт
1	2	3	4
Виробнича прогр. джерела тепла	Гкал/рік	5927	5927
Вартість тепла на 01.06.2019	грн./Гкал	1654	-
Вартість газу на 01.06.2019	грн./тис.м <sup>3</sup>	-	8190
Вартість електроенергії \ денний режим	грн./кВт-год	1,68	1,68
п.1 × п.2 Вартість тепла від тепломереж	тис.грн	9803	-
Використання газу	тис. м <sup>3</sup> /рік	-	688,6
Наявність постійного персоналу	Чоловік	-	-

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Продовження табл. 10.3

1	2	3	4
Річна вартість використаного газу п.3 × п.6	тис.грн./рік	-	5640
Собівартість 1Гкал від його джерела без загальнокотельних витрат	грн./1Гкал	1654	952
Число годин використання встановленого обладнання	годин/рік	2564	2468
Вартість будівництва об'єкту	тис.грн.	7212	7725
Загальнокотельні річні витрати (вода, каналіз., обслугов., амортиз. і т.д.)	тис.грн./рік	1254	1294
Сумарні річні експлуат. витрати	тис.грн./рік	11057	6934
Питома додаткова вартість 1 Гкал п.12 : п.1	грн./1 Гкал	212	218
Реальна собівартість 1 Гкал (п.9 + п.13) для споживачів	грн./1 Гкал	1866	1170
Перевищення над затратами по газовій даховій котельні згідно з п.13	тис.грн./рік	+ 4123	-

### 10.6 Розрахунок собівартості тепла від газової котельні

Таблиця – 10.4. Собівартість тепла від газової котельні

Найменування	Одиниця	Значення
1	2	3
<b>Вихідні дані:</b>		
Тип та кількість котлів: «Buderus GB-162»	шт.	28
ККД	%	106
Одинична потужність котла GB-162	кВт	99,5
Встановлена потужність котельні	МВт	2,786
<b>Навантаження на котельню:</b>		
Навантаження max на опалення $Q_o$ та вентиляцію $Q_v$	МВт	2,442
Навантаження на гаряче водопостачання $Q_{гвп}$ середнє	МВт	0,240
Навантаження на гаряче водопостачання $Q_{гвп}$ максим.	МВт	0,872
Загальне навантаження на котельню з $Q_{гвп}$ середнє	МВт	2,682

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 10.4

1	2	3
<b>Додаткові дані:</b>		
Відсоток втрат тепломережі $K_{втр}$	Враховано в навантаженнях ОВ, ГПВ коэф. $K=1,05$	
Відсоток власних потреб котельні $K_{вл.п.}$		
Відсоток втрати циркуляції ГВП $K_{цир.}$		
Кліматологічні дані по м. Київ, розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення $t_{p.o.}$	$^{\circ}C$	-22,0
Продовження таблиці 10.3		
Середня температура зовнішнього повітря самого холодного місця $t_{с.х.}$	$^{\circ}C$	-4,7
Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{с.о.}$	$^{\circ}C$	-0,1
Число днів опалювального періоду	дні	176
<b>Режим роботи котельні разом з ГВП:</b>		
Число днів роботи в рік - $N_{роб}$	дні	365
Число годин роботи котельні за добу - $N_{доб}$	За добу	24
Температура в приміщенні $t_{вн.}$ житлового комплексу	+22	+22
<b>Температура холодної водопровідної води:</b>		
Взимку - $t_{х.з}$	$^{\circ}C$	5,0
Влітку - $t_{х.л.}$	$^{\circ}C$	15,0
Коефіцієнт зниження витрати води на ГВП в літній період $\beta$		0,80
Параметри теплоносіїв		
На опалення- вода по температурному графіку	$^{\circ}C$	80/60
Гаряче водопостачання – вода з температурою	$^{\circ}C$	55
Теплоємність води $C_v$	кДж/кг* $^{\circ}C$	4,187
<b>Вартість енергоносіїв*</b>		
Вартість електроенергії, Цел	грн./кВт-год	1,68
Вартість води (з водовідведенням), Цв	грн./1 куб.м	21,75
Вартість палива (природного газу) Цп-01.07.2019	грн./тис.куб.м	8190
Основний вид палива- природ.газ з теплотворною здатністю $О_{рн}$	кДж/м <sup>3</sup>	34000
Основний вид палива- природ.газ з теплотворною здатністю $О_{рн}$	ккал/м <sup>3</sup>	8120
<b>Капітальні витрати по газовій котельні (в т.ч. проектування) визначені в доданих кошторисах</b>	тис.грн.	7725
<b>Розрахунок річних витрат теплоти</b>		
Опалення та вентиляція QОВ	Гкал/рік	4456

Продовження таблиці 10.4

1	2	3
ГВП	Гкал/рік	1471
Річна кількість виробленої теплоти	Гкал/рік	5927
Число годин використання встановленої потужності газової котельні	годин/рік	2468
<b>Розрахунок річних експлуатаційних затрат</b>		
<b>Річна витрата палива: природний газ</b>	тис.нм <sup>3</sup> /рік	688,6
Річні експлуатаційні витрати на паливо - природний газ	тис.грн./рік	5640
Складова витрат на паливо – природний газ	грн./Гкал	952
<b>Річні експлуатаційні затрати на воду, грн (разом з ГВП)</b>		
Сумарні витрати води (32411ГВП + 400 ХВП)	м <sup>3</sup> /рік	32811
Річні витрати на воду 32411 x 21,75	тис.грн./рік	713
Складова витрат на воду (713700 : 5927)	грн./Гкал	120

Продовження таблиці 10.3

<b>Річні експлуатаційні затрати на електроенергію</b>		
Річні витрати електроенергії	тис.кВт-год/рік	72,8
Річні експлуатаційні затрати на електроенергію	тис.грн./рік	122,3
Складова витрат на електроенергію тариф «денний»	грн./Гкал	21

**Зарплата персоналу**

Чисельність обслуговуючого персоналу		Постійний персонал відсутній
Місячні затрати на «Договір обслуговування»	тис.грн./міс	6,0
Річні затрати на «Договір обслуговування», 6x12	тис.грн./рік	72,0
Складова витрат на Договір обслуговування»72000:3791	грн/Гкал	19
<b>Амортизаційні відрахування</b>		
Сумарні амортизаційні відрахування за рік	тис.грн./рік	386
Складова затрат, пов'язаних з амортизаційними відрахуваннями 386000:5927	грн./Гкал	65

**Сумарні загальнокотельні та інші витрати (вода, ел.енерг., обслуг., амортизація)**

Річні загально котельні та інші витрати по експлуатації	тис.грн./рік	1294
Складова затрат, пов'язаних з загальнокотельними витратами 1075000:3791	грн./Гкал	218

Продовження таблиці 10.4

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

1	2	3
<b>Собівартість теплової енергії</b>		
Повна собівартість тепла (паливо+загальні+витрати на 1Гкал)	тис грн/рік 6934	6934
Питома повна собівартість виробленої теплоти від котельної (паливо + загальнокотельні витрати)	грн./Гкал	1170
Доля палива в собівартості тепла	%	81

Собівартість тепла від газової котельні наведено в табл. 10.4.

### 10.7 Техніко-економічне порівняння варіантів теплопостачання об'єкту

Таблиця – 10.5. Техніко-економічне порівняння варіантів теплопостачання об'єкту

Найменування варіантів теплопостачання	Одиниця	Значення
Варіант 2. Теплопостачання від власної газової водогрійної котельні, капітальні вкладення	тис.грн.	7725
Співвідношення варіанту 1 до варіанту 2 по капітальних вкладеннях	%	93
Щорічні амортизаційні відрахування 5% на варіант 1	тис.грн.	361
Щорічні амортизаційні відрахування 5% на варіант 2	тис.грн.	386
Співвідношення п.4 до п.5	%	93
Повна собівартість виробленої теплоенергії в газовій котельні.	грн/Гкал	1170
Повна собівартість теплової енергії від тепломережі	грн/Гкал	1854
Співвідношення п.7 до п.8	%	63
Сумарні річні витрати на теплоенергію від тепломереж разом з загальнокотельними.	тис.грн./рік	11057
Сумарні річні експлуатаційні витрати по газовій котельні разом з загальнокотельними.	тис.грн./рік	6934
Різниця між п.10 та п.11	тис.грн./рік	4123
Співвідношення п.11 та п.10	%	63

### 10.8 Екологія та аварійні ситуації

Використання зовнішніх тепломереж для техноцентру по провулку Кленовому, 7 у Печерському районі міста Києва ніби-то є екологічно чистою спорудою, якщо не враховувати проблеми земляних робіт при їх прокладанні та можливі аварії при їх експлуатації, оскільки зимовий режим теплових мереж складає до 150-70°C. На відміну від тепломереж від власної котельні з режимом 80-60°C трасування здійснюється надземно безпосередньо в будівлю комплексу.

Основними факторами впливу на навколишнє середовище газової котельні будуть:

- викид в атмосферу продуктів згорання природного газу;

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

- шумові навантаження;
- лужні стоки продуктів технології хімводопідготовки котельні;

Конкретні показники по кожному з цих пунктів будуть надані проектними розробками, але засоби по оптимальному вирішенню цих проблем будуть такі:

- Розсіювання продуктів згорання природного газу забезпечується розміщенням дахової котельні і висотою її димових труб над рівнем землі. Тому, на рівні дихання людини (на майданчику навкруги будинку) необхідні екологічні показники гарантовані;

- Шумові навантаження за межами будівлі котельні будуть значно нижче допустимих, що забезпечує сертифікована конструкція будівлі котельні та розсіювання шуму в атмосферу;

- Лужні стоки котельні відводяться в загальну систему каналізації будинків, розбавляються в загальних стоках до показників наявності хлоридів менше 240 мг/літр, як це вимагають нормативи.

Можливими аварійними ситуаціями можуть бути:

- Вихід параметрів роботи обладнання та тепломереж за критичні значення (тиск, температура);
- Розрив або руйнування обладнання чи трубопроводів;
- Помилки обслуговуючого персоналу при пусконаладочних роботах;
- Пожежа в приміщеннях котельні чи ІТП.

Для упередження означених аварійних ситуацій проектними рішеннями і буд монтажем в дійсності повинно бути передбачено і виконано:

- Автоматична підтримка проектних показників роботи обладнання котельні та теплопункту;
- Обладнання котельні системою пожежної сигналізації;
- Обладнання котельні приладами виявлення довибухової концентрації природного газу;
- Автоматичне припинення подачі газу при аварійних ситуаціях;
- Повний контроль зварних з'єднань технологічних трубопроводів;
- Заборона застосування матеріалів, здатних до самовозгорання;
- Забезпечення засобами первинного пожежогасіння;
- Забезпечення котельні засобами диспетчеризації.

Ці технічні рішення та організаційні заходи забезпечать відповідність прийнятого джерела тепла його призначенню по потужності, надійності і терміну експлуатації.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88



### 10.9 Висновки з розділу 10

На підставі проведених вище розрахунків та аналізів встановлено, що найбільшу енергетичну та економічну ефективність забезпечить будівництво газової водогрійної котельні встановленою потужністю 2,7 МВт для теплопостачання житлово-офісного центру за адресою провулок Кленовий, Печерського р-н м.Київ.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

## ВИСНОВКИ

У даній магістерській дисертації була спроектована дахова водогрійна котельня для забезпечення теплопостачання житлово-офісного комплексу у м. Києві по провулку Кленовому 7.

В котельні використовується устаткування іноземних виробників, що забезпечує високу надійність експлуатації, економічний режим у відношенні витрати палива та електроспоживання, що володіє високими коефіцієнтами корисної дії, які виправдують капіталовкладення. Все застосоване устаткування сертифіковане відповідно до діючих норм і вимог України.

Виконаний розрахунок теплових навантажень споживачів, що визначаються за точною методикою – за втратами теплоти зовнішніми огороженнями.

Проведені розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на опалення та вентиляцію:

- Загальні втрати теплоти для житлово-офісної будівлі  $\Sigma Q_{\text{сум}} = 2,777 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на опалення  $Q_O = 1,850 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на вентиляцію  $Q_B = 1,850 \text{ МВт}$ ;
- Річна витрата теплоти на опалення  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 13443 \text{ ГДж/рік}$ .
- Річна витрата теплоти на вентиляцію  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 4302 \text{ ГДж/рік}$ .

Виконаний розрахунок витрати теплоти на гаряче водопостачання згідно Згідно з ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

Проведені розрахунки максимальних, середніх та річних витрат теплоти на гаряче водопостачання.

- Загальні втрати теплоти на ГВП  $Q_{\text{г.в.мак}} = 1,070 \text{ МВт}$ ;
- Середня витрата теплоти на ГВП  $Q_{\text{г.в.сер}} = 0,335 \text{ МВт}$ ;
- Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання  $Q_{\text{г.в.річ.н}} = 9121 \text{ ГДж/рік}$ .

Виконаний розрахунок теплової схеми дахової водогрійної котельні. Виконані розрахунки витрат води на опалення та гаряче водопостачання, витрати води для підживлення.

За сумарним тепловим навантаженням дахової водогрійної котельні було обрано двадцять вісім водонагрівачів фірми Buderus, типу Logamax plus, з номінальною тепловою потужністю  $Q_{\text{ном}} = 99,5 \text{ кВт}$  кожен.

Водопостачання передбачається від господарчо - побутового водопроводу будинку. Розглянуті питання хімічної водоочистки. За результатами розрахунку застосовуємо автоматизовані блоки хіміводопідготовки фірми "BWT", що призведуть до оптимальних

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

режимів витрати води та повному обезсолюванні води без стоків та витрат солі. Таким чином, питання концентрації забруднення в стоках котельної повністю відсутнє.

Газопостачання котельні здійснюється від існуючого газопроводу середнього тиску, що проходить у м. Києві. Передбачено установку швидкодіючого клапана відсікача, що встановлюється на вході газопроводу в приміщення котельні.

Застосовуване устаткування дозволяє повністю автоматизувати тепломеханічні процеси і як наслідок, працювати котельні без постійної присутності обслуговуючого персоналу, що й показано в розділі автоматизації.

Визначена висота димових труб, розглянуті питання по охороні праці.

Виконаний звіт та розрахунки техніко-економічного дослідження та обґрунтування, визначення оптимального варіанту тепло забезпечення означеного вище об'єкту. На підставі проведених розрахунків та аналізів встановлено, що найбільшу енергетичну та економічну ефективність забезпечить будівництво газової водогрійної котельні встановленою потужністю 2,7 МВт для теплопостачання житлово-офісного центру за адресою провулок Кленовий, Печерського р-н м.Київ.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011 – 11 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
2. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація – Чинний від 2013 – 03 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 113 с.
3. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти”: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
4. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні – Чинний від 2015 – 01 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 54 с.
5. . ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування – Чинний від 2014 – 01 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 240 с.
6. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель – Чинний від 2017 – 05 – 01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 33 с.
7. Краснощеков Е.А. „Задачник по теплопередаче”: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с., ил.
8. Ривкин С.Л. „Теплофизические свойства воды и водяного пара”./ С.Л. Ривкин, А.А. Александров – М.: Энергия, 1980. – 424., ил.
9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення – Чинний від 2019 – 03 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 137 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
11. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
12. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги – Чинний від 2017 – 06 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. – 39 с.

					ТП з81мп 14 002 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

## Додаток А

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан теплоенергетичного  
Факультету КПІ ім.Ігоря Сікорського»,  
\_\_\_\_\_ Є.М. Письменний

«ПОГОДЖЕНО»

Директор  
ТОВ «Укренергопром»  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Герасименко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019р.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019р.

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування дахової котельні

«Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому, м.Київ»

#### 1. Термін виконання роботи

Початок – 02.09. 2019 р.

Закінчення – 16.12. 2019 р.

#### 2. Обґрунтування для виконання роботи

Потреби в теплопостачанні та в ГВП нового житлово-офісного комплексу у м. Києві.

#### 3. Мета роботи

Розробка проекту дахової водогрійної котельні, метою якої є забезпечення споживачів гарячою водою на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.

#### 4. Зміст основних етапів виконання роботи

Пояснювальна записка

4.1 Розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання (максимальні, середі, річні).

4.2 Теплова схема котельні: опис роботи, розрахунки для трьох режимів.

4.3 Вибір основного та допоміжного обладнання: котли, насоси, трубопроводи, установка ХВП

4.4 Водопідготовка: опис роботи, розрахунки та вибір обладнання.

4.5 Опалення та вентиляція котельні: опис роботи, розрахунки та вибір обладнання.

4.6 Газопостачання котельні – опис схеми, розрахунки трубопроводів, вибір обладнання.

4.7 Автоматизація тепломеханічних рішень котельні – опис схеми, розрахунки, вибір обладнання.

4.8 Димової труби котельні.

4.9 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

4.10 Стартап-проект.

#### 5. Графічна частина

5.1 Теплова схема котельні –1 арк.

5.2 Компоновка обладнання (плани, розрізи, розміщення обладнання та трубопроводів) - 4арк.

5.3 Газопостачання – аксонометрична схема, розміщення обладнання, розрізи – 2 арк.

5.4 Схема автоматизації котельні –1 арк.

5.5 Опалення та вентиляція котельні (план, розрізи, розміщення обладнання) - 1 арк.

5.6 Вода та каналізація котельні (план, розрізи, розміщення обладнання) - 1 арк.

6. Матеріали, що подаються після закінчення роботи

6.1. Пояснювальна записка (текстова частина магістерської дисертації).

6.2. Креслення.

6.3. Довідка про впровадження результатів.

7. Порядок розгляду і приймання роботи

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту атестаційних робіт освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», спеціалізацією «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ ст. викладач Шовкалюк Ю.В.  
(підпис) (посада, ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Виконавець

Студент гр. ТП-381 мп,  
ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського  
\_\_\_\_\_ О.А. Рудика  
(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

## Додаток Б

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор

ТОВ «Укренергопром»  
(назва підприємства, організації)

Герасименко Ю. В.  
(ініціали, прізвище директора)

03 вересня 2019 р.

## **АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

Результатів магістерської дисертації

студента Рудики О. А. на тему: «Автономна котельня житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому, м.Київ»

Результати магістерської дисертації студента кафедри ТПТ, ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Рудики Олександра Анатолійовича, упроваджені в ТОВ «Укренергопром» в частині розрахунків теплових навантажень споживачів житлово-офісного комплексу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, розрахована теплова схема котельні, виконанні всі розділи по проектуванню котельні для повного її функціонування, з розрахунками та вибором обладнання. Розробленні детальні креслення котельні для можливості її монтажу та здачу у відповідні інстанції для проходження експертиз.

Головний інженер проектів

\_\_\_\_\_ Жежера О. П.

**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
Рудики Олександра Анатолійовича

№ п/ п	Найменування праць	Руко- писні або друко- вані	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідчення, номер диплома на винахід	Кіль- кість друко- ваних аркушів або сторінок разом	Прізвища співавторів праць
1.	Аналіз безпеки при знеструмленні енергоблоку ВВЕР- 1000 з припиненням відову тепла від басейна витримки	Друк	XV міжнародна науково- практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», м. Київ, 25-28 квітня 2017 р.» – ел. посібник. – 2017.–Т. 1.– с.35	1 стор	Овдієнко Ю.М.
2.	Індивідуальна дахова котельня для житлово-офісного комплексу по провулку Кленовому 7 у Печерському районі міста Києва	Друк	XVII міжнародна науково- практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики». Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 23-25 квітня 2019 р.» – ел. посібник. – 2019.	1 стор	Шовкалюк Ю.В.

Автор

Рудика О. А.



## Додаток Г

Власник документу:  
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:  
1000709231

Дата перевірки:  
03.12.2019 12:38:45 GMT+0

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
03.12.2019 12:39:30 GMT+0

ID користувача:  
77138

Назва документу: Рудика

ID файлу: 1000721106 Кількість сторінок: 33 Кількість слів: 6326 Кількість символів: 43936 Розмір файлу: 484.34 KB

## 15.2% Схожість

Найбільша схожість: 7.78% з джерело <https://city-adm.lviv.ua/lmrdownloads/sluhannya/pz.pdf>

14.3% Схожість з Інтернет джерелами

48

Page 35

3.18% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту

51

Page 36

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

## 0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

## Підміна символів

Заміна символів

103

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Основне обладнання							
K1	Котел конденсаційний, Q=99,5 кВт	Logamax plus GB162-100		Buderus	компл.	28		
K2	Група підключення насоса для GB162			Buderus	шт.	28		
K3	Гідравлічний розподільвач	Magra G=120 м³/год		Magra	шт.	1		
K4	Насос мережний H=16 м.в.ст, G=115 м3/год, N=7,5 кВт	DPL 80/155-7,5/2		Wilo	шт.	1		
K5	Розширювальний бак V=300 л	300 л, Рmax=10бар, Тmax=110 С		Elbi	шт.	1		
K6	Установка пом'якшення води з можливістю зміни засипки 75 літрів	AQA Therm SRC 75		BWT	шт.	1		
K7	Бак запасу підживлюючої води, V=300 л, 700 мм, H=800	V=0,3 м		Командор 2000	шт.	1		
K8	Насос підживлюючий H=21 м.в.ст., G=0,5 м3/год, N=0,37 кВт	MHI 203		Wilo	шт.	2		
K9	Станція хімдозування, об'ємиснення	На базі EMEC FACO 10 0.6		BWT	шт.	1		
K10	Нейтралізатор конденсату	NE 0.1		Buderus	шт.	4		
K11	Охолоджувач	Ду200		Magra	шт.	1		
	Комплект для підключення насосної групи			Buderus	шт.	28		
	Каскадний блок TL-7 для 7 котлів "в ряд" без стрілки			Buderus	шт.	4		
	Тепловодічильник X-12, обчислювач, відносна похибка 5 , IP65	X12		Вимірювальні технології	компл.	1		
	Електроклапан відсічення газу, Ду125	M16/RM NC		Madas	шт.	1		
	Лічильник холодної води, Ду15	MTC-UA 15D(S)		Gross	шт.	2		
	Електроконвектор, N=1,5 кВт	ECH/AG-1500 MF		Electrolux	шт.	3		

						ТП 81мп 14 002 001 ТМК.С			
						Житлово-офісний будинок			
Зм.	Кіл.уч.	Арк.	№ док	Підпис	Дата	Дахова котельня	Стадія	Арк	Аркушів
Студент	Рудика						МДп	1	1
Керівник	Шовкалюк								
П. Контр.									
Н. Контр.	Боженко					Специфікація обладнання та матеріалів	КПІ ім.І.Сікорського ТЕФ, каф. ТПТ		
Зав. каф.	Варламов								

## ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	ТП з81мп 14 002 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ТП з81мп 14 002 001 ТМК	Теплова схема	1	
4	A1	ТП з81мп 14 002 002 ТМК	Компоновка обладнання. Розміщення трубопроводів. План на відм. 0.000	1	
5	A1	ТП з81мп 14 002 003 ТМК	Розміщення трубопроводів. Розрізи 1-1, 2-2, 3-3	1	
6	A1	ТП з81мп 14 002 004 ТМК	Розміщення трубопроводів. Розрізи 4-4, 5-5. Вигляд А	1	
7	A1	ТП з81мп 14 002 001 ВК	Розташування обладнання, трубопроводів. План на відм. 0.000. Розрізи 1-1, 2-2, 3-3, 4-4	1	
8	A1	ТП з81мп 14 002 001 ОВ	План на відм. 0.000. Розрізи 1-1, 2-2	1	
9	A1	ТП з81мп 14 002 001 ГПВ	Аксометрична схема газопроводів низького тиску в котельні	1	
10	A1	ТП з81мп 14 002 002 ГПВ	Розташування обладнання на відм. 0.000. Розрізи 1-1, 2-2	1	
11	A1	ТП з81мп 14 002 001 РР	Плакат	1	
12	A	ТП з81мп 14 001 С	Специфікація		

				ТП з81мп 27 001		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Рудика			Відомість магістерської дисертації	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Шовкалюк				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, каф. ТПТ, гр. ТП – з81мп	
Н.контр.	Боженко					
Зав.каф.	Варламов					